Agilent 4288A 1 kHz/1 MHz キャパシタンス・メータ

取扱説明書

第 2 版

FIRAWARE REVISIONS/SERIAL NUMBERS

本書の内容は、ファームウェア番号 1.20 以上及びシリアル番号が JP1KH で始まる製品に適合します。
ファームウエア番号及びシリアル番号の詳しい情報は付録 A に記載されています。

Agilent Technologies

Agilent Part No. 04288-97010

2001 年 7 月

Printed in Japan

ご注意

本書に記載した内容は予告なしに変更することがあります。

本書には著作権によって保護される内容が含まれます。すべての版権は、アジレント・テクノロジー株式会社が所有しています。本書の内容を、アジレント・テクノロジー株式会社の書面による同意なしに、複製、改変、および翻訳することは禁止されています。

アジレント・テクノロジー株式会社

電子部品計測事業部

〒 651-2241 兵庫県神戸市西区室谷 1-3-2

© Copyright Agilent Technologies Japan, Ltd. 2000,2001

印刷履歴

説明書の版は印刷日と説明書の Agilent 部品番号によって決められています。新しい版が発行された場合は印刷日が変更されます。製品の機能変更などにより説明書が変更された場合には、Agilent 部品番号も変更されます。

2000 年 12 月　　第 1 版（部品番号： 04288-97000）

2001 年 7 月　　第 2 版（部品番号： 04288-97010）

使用上の安全について

本器を正しく安全に使用していただくため、本器の操作、保守、修理にあたっては下記の安全注意警告事項を必ずお守りください。下記の安全注意警告事項および本マニュアル中の**警告**の印のある事項をお守りいただけない場合、損害が生じることがあります。さらにこれは安全規格で要求されている設計、生産、使用に関する諸事項に本器が適合している事を無効にすることになります。

なお、この注意に反したご使用により生じた損害についてはアジレント・テクノロジーは責任と保証を負いかねます。

注記

4288A は、IEC61010-1 の設置カテゴリー II および汚損度 2 の製品です。
4288A は、屋内使用専用の製品です。

注記

4288A で使用されている LED は、IEC60825-1 のクラス 1 です。
クラス 1 LED 製品

- **機器は接地してください**

  AC 電源による電撃事故を防ぐために本器のシャーシ並びにキャビネットを付属の接地線のある 3 極電源ケーブルを使用して必ず接地してください。

- **爆発の危険性のある場所では使用しないでください**

  可燃性のガスまたは蒸気のある場所では機器を動作させないでください。電気機器をこのような場所で使用することは非常に危険です。

- **通電されている回路には触れないでください**

  使用者が機器のカバーを取りはずすことはしないでください。部品の交換や内部調整については当社で認定した人以外は行わないでください。電源ケーブルを接続したままで、部品交換をしないでください。また、電源ケーブルを取りはずしても危険電圧が残っていることがあります。傷害を避けるため、機器内部に触れる前に必ず電源を切り回路の放電を行ってください。

- **一人で保守、調整をしないでください**

  機器内部の保守や調整を行う場合は、万一事故が起きてもただちに救助できる人がいる場所で行ってください。

- **部品を変更したり、機器の改造をしないでください**

  新たな危険の発生を防ぐため、部品の変更や、当社指定以外の改造を本機器に対して行わないでください。修理やその他のサービスが必要な場合は、最寄りのアジレント・テクノロジーのサービス／セールス・オフィスにご連絡ください。

- **警告事項は必ずお守りください**

  本書に記載されているすべての**警告**（下記に例を示します）は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。ここに記載されている指示は必ずお守りください。

警告

本機器の内部には、感電死の恐れのある危険電圧があります。試験、調整、および取扱い時には細心の注意を払ってください。

安全上のシンボル

本機器やマニュアルで使用されている安全上のシンボルや表記の一般定義を以下に示します。

このシンボルが機器に表示されている場合、使用者は取扱説明書を参照する必要があります。

このシンボルは交流を示しています。

このシンボルは直流を示しています。

このシンボルは電源スイッチの「入」を示しています。

このシンボルは電源スイッチの「切」を示しています。

このシンボルは電源スイッチの「入の状態」を示しています。

このシンボルは電源スイッチの「切の状態」を示しています。

このシンボルはシャーシ（またはキャビネット）端子を示しています。機器の外部シャーシ（またはキャビネット）部と接続されている端子であることを示しています。

警告

この表記は警告を示しています。機器の取扱い方法や手順で、感電など、取扱者の生命や身体に危険がおよぶ恐れがある場合に、その危険を避けるための情報が記されています。

注意

この表記は**注意**を示しています。機器の取扱い方法や手順で、機器を損傷する恐れがある場合に、その損傷を避けるための情報が記されています。

注記

この表記は**注記**を示しています。機器の取扱い方法や手順での重要な情報が記されています。

品質の保証

アジレント・テクノロジーは、工場出荷時の本製品が、マニュアルに記載された仕様を満たしていることを保証します。さらに、本製品の校正測定法が、米国国立標準技術研究所（United States National Institute of Standards and Technology）の校正測定標準や、同研究所で認められた校正法の拡張、他の ISO メンバーの校正法に準拠したものであることを保証します。

納入後の保証について

アジレント・テクノロジーの本製品は、部品不良または製造上の原因による故障について出荷日から１年間保証されています。ただし、取扱説明書の「仕様」に記載されている部品の中には、これ以外の保証期間を定めたものもあります。保証期間中の故障については、当社が随意に修理または交換を行います。

保証適用のサービスあるいは修理では、当社によって定められたサービス施設にお持ちいただく必要があります。購入者から当社への本製品の郵送は購入者の負担となり、返送の際は当社が負担させていただきます。しかし、海外からの郵送に関しましては、郵送料、税金など全て購入者の負担となります。

当社は、当社の設計によるソフトウェアおよびファームウェアが測定器に正確にインストールされた場合に限り、当該器上でプログラミング命令を実行することを保証いたします。当社は本器、ソフトウェア、あるいはファームウェアがエラーもなく完全に動作する保証は致しません。

保証制限

前記の保証は、購入者の不適当または不充分な保守、当社が供給していないソフトウェアあるいはインタフェースの使用、当社が認めていない改造、誤操作ミスまたは、製品の使用条件外での使用、不適当な設置場所の保守あるいは選定などによる故障の場合には適用されません。

本機器の内容に関する保証の表示または明示は行いません。本質的に、当社は特定の目的に対する適合性や商品価値などを暗示するような保証はいたしません。

責任の限定

購入者は、本機器使用時の全責任を負担するものとします。当社は、本機器を使用することによって発生する、直接、間接、特別、偶然または必然的な損害に対し、たとえその損害が発生することが知らされていても、また不法行為／合法行為を問わず、一切の責任を負いません。

サービス

アジレント・テクノロジーの製品についてのご質問、定期校正および修理については、最寄りの当社セールス・オフィスまたは当社指定のサービス会社にご連絡ください。当社セールス・オフィスの住所は、本書の裏表紙に記載しています。

本書の書体の決まり

Bold（太字）	太字は用語定義や強調の場合に使用します。
Italic	イタリック体は英文における強調文を表します。
[Key] キー	Key という名称のキーを押すことを意味します。「キー」は省略されることもあります。
[青] - **[Key]**	青色のシフト・キーを押してシフト機能（青色で印字された第 2 の機能）を有効にした後、Key というラベル（濃いグレー印字）を持つキーを押すことを意味します。
[Key] - **Item**	**[Key]** キーを押して現れたメニューの中から **[↵]** キー等を使って Item という項目を点滅させた後、**[Enter]** キーを押す一連のキー操作を意味します。

本器に関する他のマニュアルについて

本器には、以下のマニュアルが用意されています。

- **取扱説明書　（P/N: 04288-97010、オプション ABJ 付きに添付、和文）**

  Agilent 4288A がお手元に届いてから日常お使いいただくまでの必要なほぼすべての情報を記載しています。設置の手引き、基本的操作の習得、機能概要、測定の準備から測定の最適化の技法までの測定の流れに従った各機能の操作手順の詳細、測定例、オプションとアクセサリ、仕様と参考データ、フロント・キー別機能一覧表、エラー・メッセージなどが含まれます。

- **プログラミング解説書（P/N: 04288-970x1、和文、オプション ABJ 付きに添付、本書）**

  Agilent 4288A を用いて自動測定する際のプログラミングに関する情報を記載しています。リモート・コントロール概要、トリガ・測定終了検出等のプログラミングに重要な事項、アプリケーション・プログラム例、コマンド別解説（コマンド・リファレンス）などを記載しています。

- **Operation Manual（P/N: 04288-900x0、オプション ABA 付きに添付、英文）**

  「取扱説明書」の英語版です。

- **Programming Manual（P/N: 04288-900x1、オプション ABA 付きに添付、英文）**

  「プログラミング解説書」の英語版です。

注記　P/N（部品番号）中の x 部分の数字は、改訂時に変更されます。

目次

第 1 章 .本書の内容

本書の内容 14

第 2 章 .設置の手引き

開梱時の検査 18
設置場所の放熱空間の確保 20
電源投入前の準備 21
電源の確認 21
⚠ ヒューズの設定 21
電源ケーブルの確認と接続 22
システム構成時の設定 24
周波数シフトの設定 24
GPIB アドレスの設定 25
ハンドラ・インタフェースの設定 25
スキャナ・インタフェースの設定 25

第 3 章 .概要

製品概要 28
パネル機能の説明 29
⚠ フロント・パネル 29
リア・パネル 36

第 4 章 .初心者のための基本操作方法

キー操作の基本を理解する 38
1 度のキー操作で終了する場合 38
メニュー（項目選択）の画面が現れる場合 38
数値入力の画面が現れる場合 39
基本測定手順を習得する 41
⚠ テスト・フィクスチャを接続する 41
基本的な測定条件を設定する 42
誤差を補正するための測定を実行する 46
試料（コンデンサ）を接続する 50

第 5 章 .測定条件とディスプレイ表示の設定

測定パラメータを選択する 52
設定手順 52
測定信号（周波数、レベル）を設定する 53
周波数の設定 53
レベルの設定 53
測定レンジを選択する 54
測定レンジが自動選択されるように設定する（オート・レンジ） 54
任意の測定レンジを選択する（ホールド・レンジ） 55
測定時間を選択する 56
設定手順 56
ケーブル長を選択する 57
設定手順 57
アベレージング回数を設定する 58
アベレージング機能のオン／オフ 58

目次

アベレージング回数の設定 . . . 58
トリガ遅延時間を設定する . . . 59
設定手順 . . . 59
ディスプレイ表示の設定を行う . . . 60
表示をオン／オフする . . . 60
測定結果の表示桁数を選択する . . . 61
測定結果を固定小数点表示する . . . 61
測定結果を基準値との偏差で表示する（偏差測定モード） . . . 62
機器設定表示エリアの表示項目の選択 . . . 65
測定信号レベルをモニタする . . . 67
設定手順 . . . 67
ビープ音が発生する条件を設定する . . . 68
設定手順 . . . 68
機器設定状態を保存／再現する（セーブ／リコール機能） . . . 69
機器設定状態を保存（セーブ）する . . . 69
セーブされている機器設定状態を再現（リコール）する . . . 69

第 6 章 .正確な測定のための準備（補正の実行）
補正機能の概要 . . . 72
補正機能のオン／オフ . . . 73
オープン補正をオンする . . . 73
ショート補正をオンする . . . 74
ロード補正をオンする . . . 75
オフセット補正をオンする . . . 77
補正データの取得 . . . 78
オープン補正用データを取得（測定）する . . . 78
ショート補正用データを取得（測定）する . . . 79
ロード補正用データを取得（測定）する . . . 81
オフセット補正用データを設定する . . . 86
補正データの確認（表示）／設定 . . . 87
オープン補正用データを確認（表示）／設定する . . . 87
ショート補正用データを確認（表示）／設定する . . . 88
ロード補正用データを確認（表示）／設定する . . . 89
全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する . . . 90
補正データ取得時の作業ミスの防止 . . . 91
警告メッセージを利用する . . . 91
測定データを直接確認する . . . 91

第 7 章 .測定の実行
測定開始（トリガ） . . . 94
自動的に連続で測定する . . . 95
任意のタイミングで測定する . . . 95
トリガ信号入力時の注意点 . . . 95
精度良い測定のためのヒント . . . 96
測定時間をロング・モードに設定する . . . 96
適切な測定レンジを選択する . . . 96
補正機能を使用する . . . 96
安定に測定する . . . 96

コンタクト時のチャタリングを回避して測定する 96
4 端子対で測定する 96
測定スピードを向上する（スループットを上げる）ためのヒント 97
測定時間をショート・モードに設定する 97
測定レンジ・モードを固定レンジに設定する 97
ディスプレイ表示の設定を最適化する 97
アベレージング回数を減らす 97
トリガ遅延時間を 0 にする 97

第 8 章 .測定結果による選別（コンパレータ機能）
コンパレータ機能の概要 100
コンパレータ機能のオン／オフ 101
設定手順 101
選別判定条件の設定 102
リミット範囲のクリア（リセット） 102
リミット範囲の指定方法の選択 103
リミット範囲の設定 105
AUX BIN 機能の設定 108
選別判定条件の確認（表示） 109
異常に低い測定結果の除外（Low C リジェクト機能） 110
Low C リジェクト機能のオン／オフ 110
Low C リジェクト機能のリミット（境界値）設定 111
選別判定結果の表示 112
各 BIN の選別個数の表示（BIN カウント機能） 114
BIN カウント機能のオン／オフ 114
BIN カウント値の表示 114
BIN カウント値のクリア（リセット） 115
選別判定結果によるビープ音の発生 116

第 9 章 .作業ミスの防止と日常の点検
作業ミスの防止 118
フロント・パネルからの誤入力を防止する（キー・ロック機能） 118
補正データ取得時の作業ミスを防止する 118
日常の点検 119
故障していないか調べる（セルフ・テスト機能） 119
本器をクリーニングする 122

第 10 章 .ハンドラ・インタフェースの利用
コンパレータ選別結果の出力 124
入出力信号のピン配置 126
タイミング・チャート 128
電気的特性 129
出力信号 129
入力信号 132
電源 133
ハンドラ・インタフェース使用前の準備 134
判定出力信号プルアップ用電源の設定 135
操作出力信号プルアップ、入力信号ドライブ用の電源の設定 136

目次

プルアップ抵抗の設定 137
ふたの取り外し手順 138

第 11 章 .スキャナ・インタフェースの利用

マルチ補正機能の使用方法 140
マルチ補正機能をオン／オフする 140
チャンネルを選択する 141
マルチ補正用データを測定する 142
入出力信号のピン配置 144
タイミング・チャート 146
電気的特性 147
出力信号 147
入力信号 148
電源 149
入力信号用抵抗の設定 150

第 12 章 .仕様と参考データ

定義 152
基本仕様 152
測定パラメータ 152
測定信号 153
測定ケーブル長 153
測定時間モード 153
測定レンジ切換 153
測定レンジ 153
アベレージング 154
トリガ・モード 154
トリガ遅延時間 154
測定値表示範囲 154
測定可能範囲 155
測定確度 156
測定時間 161
測定補助機能 164
一般仕様 166
電源 166
動作環境 166
保管環境 166
重量 166
外形寸法 166
EMC 168
安全性 168
測定確度の計算例 169
測定パラメータ：Cp-D（または Cs-D）の場合 169
測定パラメータ：Cp(または Cs)-Q の場合 169
測定パラメータ：Cp-G の場合 170
測定パラメータ：Cp-Rp の場合 170
測定パラメータ：Cs-Rs の場合 170

目次

第 13 章 .トラブルシューティング
トラブル発生時の確認事項 172
動作しない（ディスプレイ無表示）. 172
オーバーロードが表示される（UNKNOWN 端子未接続時）. 172
コンパレータ機能をオンすると、ビープ音が鳴り続ける. 172
フロント・パネル・キーが効かない. 172
測定値に異常がある. 173
エラー・メッセージ、警告メッセージが表示される. 173
リモート・コントロール中のトラブル発生時の確認事項 174
外部コントローラに反応しない／誤動作する. 174
測定値が読み出せない. 174
エラー・メッセージが表示される. 174

付録 A.マニュアル・チェンジ
マニュアル・チェンジ 176
変更 1. 177
変更 2. 177

付録 B.4278A vs. 4288A 機能比較
4278A と 4288A の機能比較. 180

付録 C.初期設定値一覧表
初期設定値、セーブ／リコール対象設定、バックアップ対象設定一覧 184

付録 D.オーバーロード、Low C 検出時の動作一覧表
オーバーロード／ Low C 検出時の動作 188

付録 E.エラー・メッセージ
エラー・メッセージ（アルファベット順）. 190
警告メッセージ (WARNING). 199

付録 F.テスト・フィクスチャ／テスト・リード
テスト・フィクスチャ／テスト・リード 202

付録 G.技術情報
4288A の測定原理. 204
キャパシタンス測定の基本原理 206
キャパシタンス試料の代表的特性. 206
並列／直列等価回路モデルの選択基準. 207
4 端子対測定の原理. 208
4 端子対測定時の注意. 209

目次

第 1 章　本書の内容

本章では、本書の内容について説明されています。知りたい事柄の説明個所の検索や、本書に書かれた事柄全体の概要の把握などに、目次と併せてご利用ください。

本書の内容

本書は、Agilent 4288A 1 kHz/1 MHz キャパシタンス・メータを使用する上で必要な情報全般（リモート・コントロール方法を除く）について解説しています。以下に本書の内容を示します。

第 1 章「本書の内容」

本章では、本書の内容について説明されています。知りたい事柄の説明個所の検索や、本書に書かれた事柄全体の概要の把握などに、目次と併せてご利用ください。

第 2 章「設置の手引き」

本章では、Agilent 4288A 1 kHz/1 MHz キャパシタンス・メータがお手元に届いてから使用を開始するまでに必要な作業について説明します。

第 3 章「概要」

本章では、Agilent 4288A の概要、およびフロント・パネルとリア・パネルの各部の機能について説明しています。

第 4 章「初心者のための基本操作方法」

本章では、Agilent 4288A の基本操作方法について説明しています。「キー操作の基本を理解する」ではキーの基本的な操作方法の説明をしています。また、「基本測定手順を習得する」では、4288A を使ったコンデンサ（キャパシタンス）の基本測定方法の説明をしています。

第 5 章「測定条件とディスプレイ表示の設定」

本章では、測定条件、およびディスプレイ表示の設定方法について解説します。また、測定条件等の機器設定状態の保存（セーブ）／再現（リコール）方法についても解説します。

第 6 章「正確な測定のための準備（補正の実行）」

本章では、補正機能の概要と操作方法について解説します。

第 7 章「測定の実行」

本章では、トリガを掛けて測定を開始する方法と測定上の有効な情報について解説します。

第 8 章「測定結果による選別（コンパレータ機能）」

本章では、測定結果に応じて選別する機能（コンパレータ機能）の使用方法について解説します。

第 9 章「作業ミスの防止と日常の点検」

本章では、単純な作業ミスを防止する方法と Agilent 4288A のメンテナンス方法について解説します。

第 10 章「ハンドラ・インタフェースの利用」

ハンドラ・インタフェースを介して、Agilent 4288A から測定終了信号、コンパレータ機能による選別結果等を外部に出力したり、4288A に外部トリガ信号、キー・ロック信号を入力することができます。本章では、ハンドラ・インタフェースとコンパレータ機能を使用して、4288A とハンドラを組み合わせた自動選別システムを構成する際に必要な情報について解説します。

第 11 章「スキャナ・インタフェースの利用」

スキャナ・インタフェースを介して、チャンネル毎（最大 64 組）の補正データの選択（マルチ補正機能）や、測定とスキャナ動作とのタイミング・コントロール信号を入出力することができます。本章では、スキャナ・インタフェースとマルチ補正機能を使用して、スキャンニング・システムを構成する際に必要な情報について解説します。

第 12 章「仕様と参考データ」

本章では、Agilent 4288A キャパシタンス・メータの仕様と参考データを記載します。

第 13 章「トラブルシューティング」

本章では、Agilent 4288A を使用中にトラブルが発生した際、4288A の故障と判断する前の確認事項について解説します。

付録 A「マニュアル・チェンジ」

本付録には、この取扱説明書の印刷日付より前に製造された Agilent 4288A に、この取扱説明書を適合させるための変更情報が記載されています。

付録 B「4278A vs. 4288A 機能比較」

本付録では、Agilent 4278A と Agilent 4288A の機能の比較表を示します。機能毎の詳細な比較情報についてはプログラミング解説書をご覧ください。

付録 C「初期設定値一覧表」

本付録では、Agilent 4288A の初期設定値、セーブ／リコール対象設定、およびバックアップ対象設定の一覧表を掲載します。

付録 D「オーバーロード、Low C 検出時の動作一覧表」

本付録では、オーバーロード、Low C が検出された場合のディスプレイ表示、GPIB 出力、およびハンドラ・インタフェース出力を示します。

付録 E「エラー・メッセージ」

Agilent 4288A の使用中の状態を表すものの一つとして「エラー・メッセージ」があります。本付録では 4288A のエラー・メッセージについて、アルファベット順に説明します。エラー・メッセージのエラー番号順で検索する場合は、プログラミング解説書をご覧ください。

付録 F「テスト・フィクスチャ／テスト・リード」

本付録では、Agilent 4288A で使用可能なテスト・フィクスチャとテスト・リードのリストを示します。

本書の内容

付録 G「技術情報」

本章では、Agilent 4288A の測定原理、およびキャパシタンス測定の基本原理について記述しています。

第 2 章　設置の手引き

本章では、Agilent 4288A 1 kHz/1 MHz キャパシタンス・メータがお手元に届いてから使用を開始するまでに必要な作業について説明します。

開梱時の検査

警告

製品外部のどこか（例えば、上部カバー、下部カバー、側面カバー、フロント・パネル、リア・パネル、LCD ディスプレイ、各種コネクタ、電源スイッチなど）に輸送中に損傷を受けた形跡があれば、電源を投入しないでください。感電する恐れがあります。

以下の手順に従って開梱時の検査を実施してください。

手順 1. 製品を梱包した箱や衝撃吸収材に損傷がないか確認してください。

箱または衝撃吸収材に損傷がある場合には、梱包内容品（本体および付属品）がもれなくそろっていること、およびそれらが機械的・電気的に正常であるこが確認されるまでは、箱および衝撃吸収材をそのまま保存しておいてください。

手順 2. 梱包内容品が、ご指定のオプション通りにすべてそろっているかを、表 2-1 に従ってご確認ください。

表 2-1 4288A の梱包内容

発注モデル／オプション番号	Agilent 部品番号	内容品名称	数量	確認 (√)
Agilent 4288A	-	Agilent 4288A 本体	1	
	8120-4753	電源ケーブル	1	
	5080-3149	3 極 -2 極変換アダプタ（電源ケーブル用）	1	
オプション ABJ	04288-970x0	取扱説明書*1	1	
	04288-970x1	プログラミング解説書*1	1	
	04288-180x0	3.5 インチ・フロッピー・ディスク（サンプル・プログラム）*1	1	
	04288-905xx	CD-ROM（取扱説明書、プログラミング解説書、サンプル・プログラム）*1	1	
オプション 1CM	5063-9241	ラックマウント・キット	1	
オプション 1CN	5063-9226	ハンドル・キット	1	
オプション 1CP	5063-9241	ラックマウント・キット	1	
	5063-9226	ハンドル・キット	1	

*1. マニュアルまたはサンプル・プログラムの部品番号中の「x」は、初版を 0 として改訂ごとに 1 を加えた数字が割り当てられています。製品には常に最新版が添付されます。

手順 3. 各梱包品（本体および付属品）に、機械的な損傷または欠陥がないことをご確認ください。

手順 4. 検査の結果、以下のいずれかの場合には最寄りの当社営業所にご連絡ください。

1. 製品を梱包した箱や衝撃吸収材に損傷がある場合、衝撃吸収材に極度の力が加わった形跡がある場合
2. 梱包内容品が不足している場合
3. 内容品に機械的な損傷または欠陥がある場合
4. この後の製品の動作確認において異常が確認された場合

また、1 の場合には最寄りの当社の営業所のほかに、製品の運送業者にも連絡してください。運送業者による検査のために製品を梱包した箱、衝撃吸収材、梱包内容品をそのままの状態ですべて保存しておいてください。

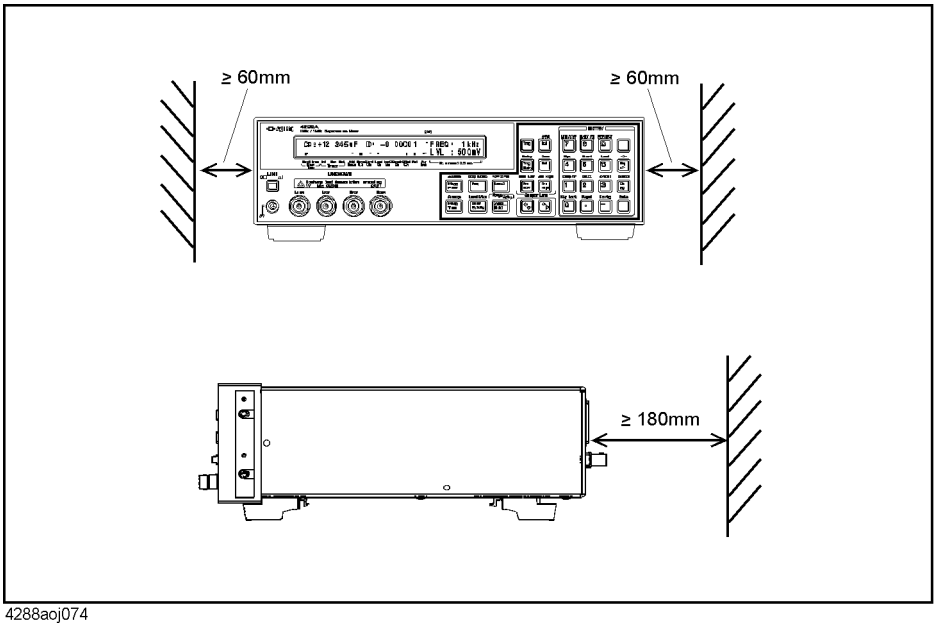
設置場所の放熱空間の確保

製品の仕様や測定確度を満たすためには、製品の周囲に適切な放熱空間を確保したり、ラックに搭載する場合はラック内を強制空冷するなどして、製品の周囲温度を一定の範囲内に保つ必要があります。製品の仕様や測定確度を満たすための周囲温度については、第 12 章「仕様と参考データ」の「定義」（152 ページ）、「測定確度」（156 ページ）をご覧ください。

製品の周囲温度を動作環境仕様の温度範囲内（「動作環境」（166 ページ）参照）に保った場合、製品は安全規格の要求に適合します。さらにその温度環境下において、製品の周囲を以下の放熱空間をあけて囲った状態でも、製品が安全規格の要求に適合する事を確認しています。

	条件
後部	≥ 180 mm
側部	≥ 60 mm（左右それぞれ）

図 2-1　設置場所の放熱空間の確保



4288aoj074

電源投入前の準備

本器の電源投入前に、以下について必ず確認してください。

電源の確認

4288A に供給される電源が以下の条件を満たすことを確認してください。

	条件
電圧	90 ～ 132 Vac または 198 ～ 264 Vac*1
周波数	47 ～ 66 Hz*2
消費電力	最大 100 VA

*1.4288A が電圧に合わせて自動で切り替えます。
*2.50/60 Hz の違いにより、4288A の設定変更を行う必要はありません。

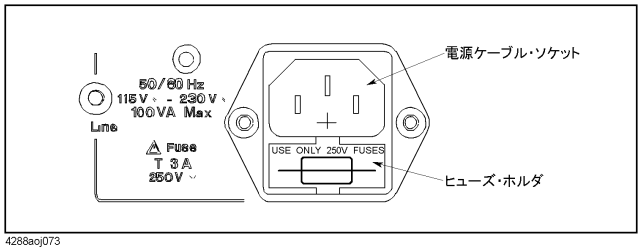
⚠ヒューズの設定

以下に示す規格のヒューズを使用してください。

UL/CSA type, Slo-Blo, 5x20mm miniature fuse, 3A 250V（部品番号 2110-1017）

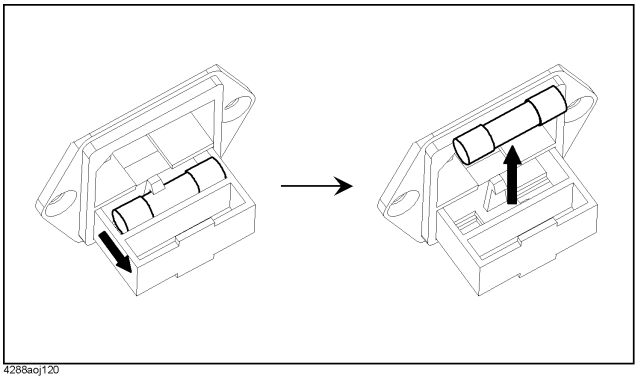
ヒューズが必要な場合には、当社営業所に問い合わせください。電源ケーブルを取り外した後、ヒューズ・ホルダ（図 2-2 参照）を手前に引き出すことにより、ヒューズの確認および交換できます（図 2-3 参照）。

図 2-2　ヒューズ・ホルダと電源ケーブル・ソケット



4288aoj073

図 2-3　ヒューズの取り外し



4288aoj120

電源ケーブルの確認と接続

4288A に付属している電源ケーブルは 3 芯構造をしていて、1 本が接地線になっています。この電源ケーブルを用いることにより、電源コンセントを介して 4288A を接地することができ、作業者を感電事故から守ります。

手順 1. 使用する電源ケーブルが損傷を受けていないか確認します。

警告 **損傷を受けた形跡のある電源ケーブルは絶対に使用しないでください。感電する恐れがあります。**

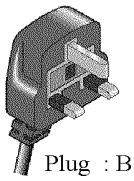
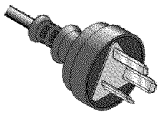
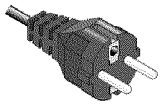
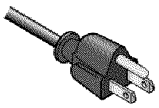
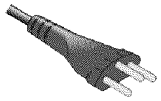
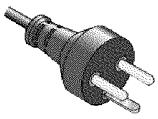
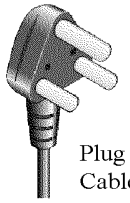
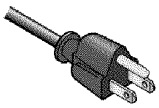
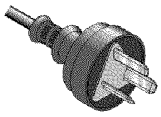
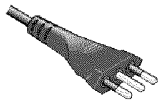
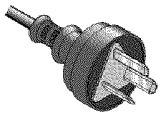
手順 2. 4288A リア・パネルの電源ケーブル・レセプタクルと、接地端子が確実に接地された 3 極電源コンセントを付属の電源ケーブルで接続します。

電源コンセントが 2 極構造の場合は、付属の 3 極 -2 極変換アダプタを使って電源コンセントに接続してください。このとき、3 極 -2 極変換アダプタの接地端子を必ず接地してください。

警告 **4288A は、付属の接地線付き 3 芯電源ケーブルを用いて確実に接地してください。3 極 -2 極変換アダプタを使用する場合は、変換アダプタの接地端子を必ず接地してください。**

参考のため、図 2-4 に電源ケーブル・オプションを示します。

図 2-4　　電源ケーブル・オプション

OPTION 900 United Kingdom  Plug : BS 1363/A, 250V, 10A Cable: 8120-1351	OPTION 901 Australia/ New Zealand  Plug : AS 3112, 250V, 10A Cable: 8120-1369
OPTION 902 Continental Europe  Plug : CEE 7 Standard Sheet VII, 250V, 10A Cable: 8120-1689	OPTION 903 U.S./ Canada  Plug : NEMA 5-15P, 125V, 10A Cable: 8120-1378
OPTION 904 U.S./ Canada Plug : NEMA 6-15P, 250V, 6A Cable: 8120-0698	OPTION 906 Switzerland  Plug : SEV Type 12, 250V, 10A Cable: 8120-2104
OPTION 912 Denmark  Plug : SR 107-2-D, 250V, 10A Cable: 8120-2956	OPTION 917 India/ Republic of S.Africa  Plug : IEC 83-B1, 250V, 10A Cable: 8120-4211
OPTION 918 Japan  Plug : JIS C 8303, 125V, 12A Cable: 8120-4753	OPTION 920 Argentina  Plug : Argentine Resolution 63, Annex IV, 250V, 10A Cable: 8120-6870
OPTION 921 Chile  Plug : CEI 23-16, 250V, 10A Cable: 8120-6978	OPTION 922 China  Plug : GB 1002, 250V, 10A Cable: 8120-8376
注記　添付の電源ケーブル以外の電源ケーブルが必要な場合は、最寄りのアジレントのセールス・オフィスにお問い合わせください。	

4287aoj005

システム構成時の設定

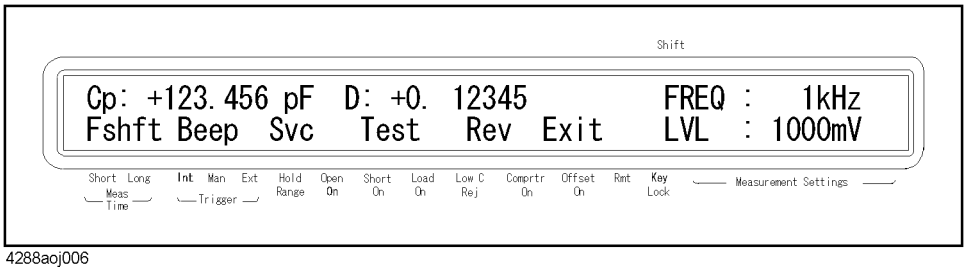
周波数シフトの設定

同一システムに複数の 4288A を組み込む場合に、4288A 間の測定信号の干渉を防ぐため、測定周波数（1 MHz）をシフト（+1 %、-1 %、+2 %）することができます。

以下に手順を示します。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押します。図 2-5 のような画面が表示されます。

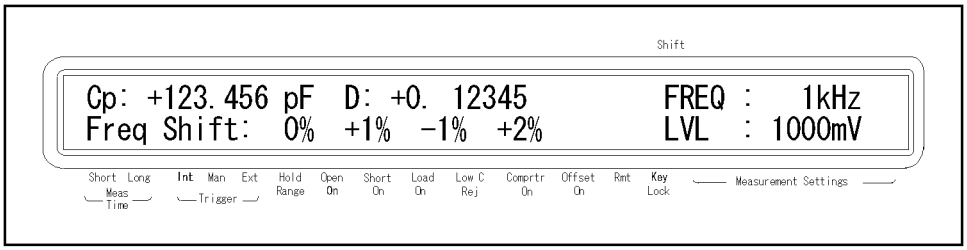
図 2-5 **[Config] キーが押された時のメニュー画面**



4288aoj006

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Fshft を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 2-6 のような周波数シフト設定画面が表示されます。

図 2-6 **周波数シフト設定画面**



4288aoj103

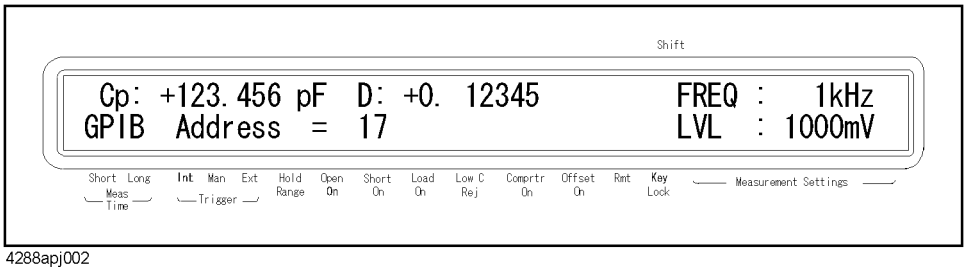
手順 3. 0%、+1%、-1%、+2% 中で、点滅している項目が現在の設定です。**[↑ →]** キー等を使って設定したい項目を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

GPIB アドレスの設定

以下に GPIB アドレスの設定手順を示します。

手順 1. **[Adrs]**（**[青]** - **[Lcl]**）キーを押します。図 2-7 のような GPIB アドレスの設定画面が表示されます。この時、最初から表示されている数字（この例では 17）は、現在のアドレス設定値です。

図 2-7 **GPIB アドレス設定画面**



4288apj002

手順 2. 数字キー等を使ってアドレスの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

ハンドラ・インタフェースの設定

ハンドラ・インタフェース使用時の設定手順は、「ハンドラ・インタフェース使用前の準備」（134 ページ）をご覧ください。

スキャナ・インタフェースの設定

スキャナ・インタフェース使用時の設定手順は、「入力信号用抵抗の設定」（150 ページ）をご覧ください。

第 3 章　概要

本章では、Agilent 4288A の概要、およびフロント・パネルとリア・パネルの各部の機能について説明しています。

製品概要

Agilent 4288A 1 kHz/1 MHz キャパシタンス・メータは、セラミック・コンデンサの高速選別テストの用途に適した、コンパレータ機能内蔵のキャパシタンス・メータです。

4288A は Cp-D/Q/Rp/G および Cs-D/Q/Rs の測定パラメータを選択でき、容量について 0.001 pF ～ 20.000 µF(1 kHz の場合)、0.00001 pF ～ 1500.00 pF(1 MHz の場合)、損失係数について 0.00001 ～ 9.99999 の測定表示範囲をカバーします。最大 6 桁表示で、基本測定確度は ±0.07%（ロング・モード時）です。測定信号レベルは 0.1V ～ 1Vrms の範囲で 0.1Vrms ステップで設定できます。測定時間は 6.5 ms/16.5 ms のモードから選択可能です。

内蔵のコンパレータは、容量について最大 9 ビンの選別と、損失パラメータについてパス／フェイルの判定を行い、選別結果をハンドラ・インタフェースや GPIB に出力します。フォト・アイソレートされたハンドラ・インタフェースによって、4288A をハンドラ・システムに容易に組み込むことができます。また、スキャナを使用する場合には、チャンネル毎に独立に誤差補正を行うことが可能です。

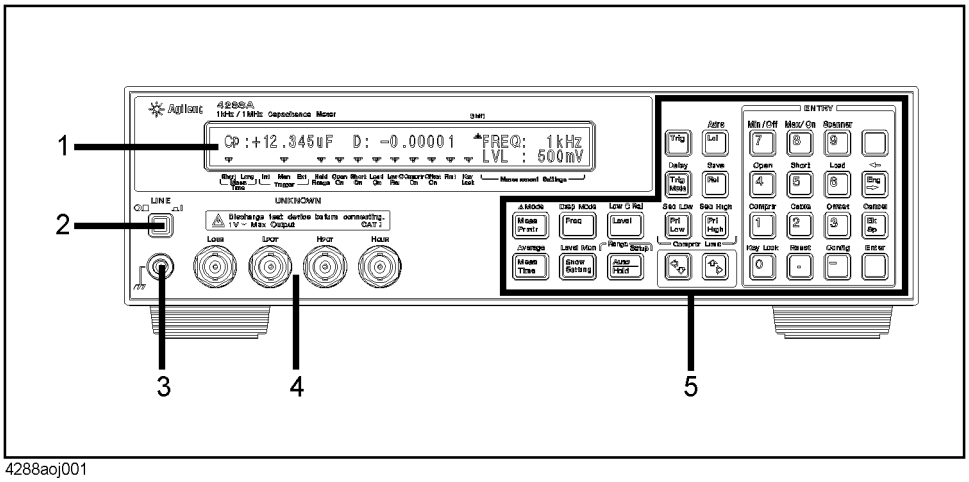
GPIB を利用して、設定やデータ収集を自動化できるほか、データ処理を効率化する集中／分散ネットワークまで、発展的なシステム構築に対応できます。

パネル機能の説明

フロント・パネル

ここでは、フロント・パネル機能について説明します。説明の先頭の数字は、図 3-1 中の数字に対応しています。

図 3-1 **フロント・パネル**



4288aoj001

1. ディスプレイ ： 測定結果、機器設定、およびメッセージを表示します。詳細は「ディスプレイ」(34 ページ）をご覧ください。
2. LINE スイッチ ： 4288A の電源をオン／オフします。
3. ガード端子 ： 本器のシャーシに接続されています。
4. UNKNOWN 端子 ： テスト・フィクスチャや測定ケーブルを接続します。コネクタのタイプは BNC(f) です。

   設置カテゴリ Ⅰ

注意

⚠ UNKNOWN 端子に DC 電圧、または電流を印加しないでください。故障の原因となります。特にコンデンサは充電されている場合がありますので、試料を充分に放電してから UNKNOWN 端子（あるいはテスト・フィクスチャ）に接続してください。

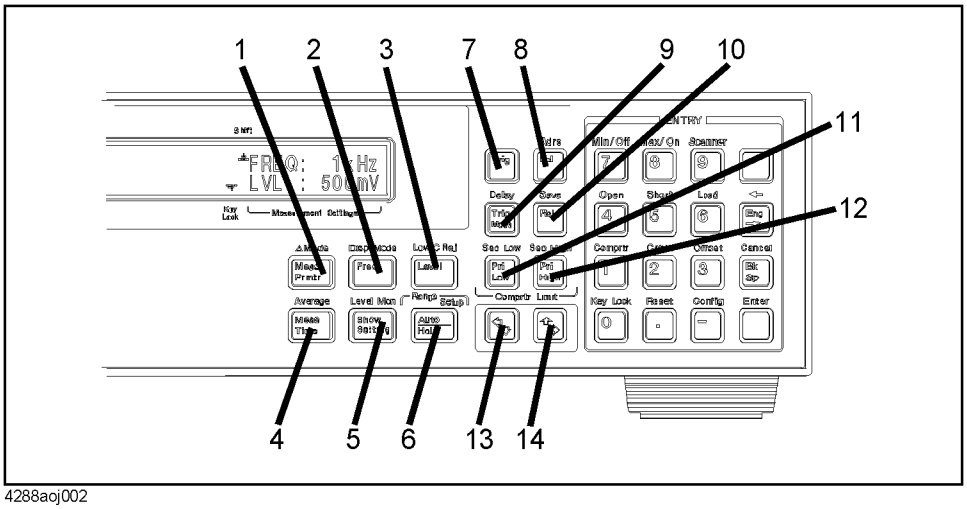
5. フロント・パネル・キー ： 4288A の操作を行います。詳細は「フロント・パネル・キー」(30 ページ）をご覧ください。

フロント・パネル・キー

ここではフロント・パネル・キーについて説明します。各キーの名称は、キーの表面や上部に印字されています。濃いグレーの印字はキーを単独で押したときの機能（標準機能）を示しており、青色の印字は **[青]** キー（表 3-2 の番号 18 を参照）を押した後に押すと有効になる第 2 の機能（シフト機能）を示しています。

表 3-1、表 3-2 に各キーの持つ機能について説明します。表中の番号は、図 3-2 図 3-3 中の数字に対応しています。表中において「標準」と書かれた行は、その番号のキーが持つ標準機能についての説明が書かれており、「シフト」と書かれた行は、その番号のキーが持つシフト機能について説明しています。

図 3-2　フロント・パネル・キー配置



4288aoj002

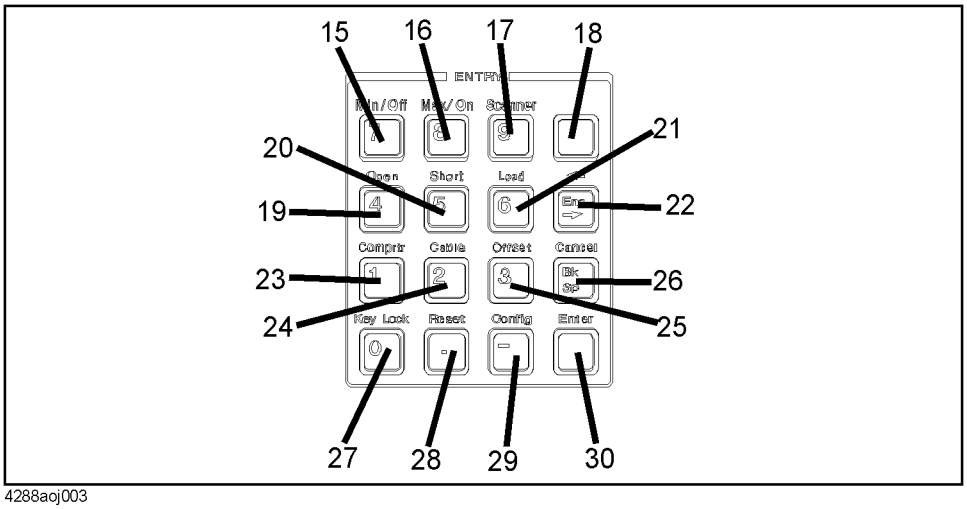
表 3-1　フロント・パネル・キー（エントリー・ブロックを除く）の機能

番号	名称		機能説明
1	標準	**[Meas Prmtr]** キー	測定パラメータを選択します。
	シフト	**[Δ Mode]** キー	偏差測定モードの設定（オン／オフ、モード選択、基準値）を行います。
2	標準	**[Freq]** キー	測定信号周波数を選択します。
	シフト	**[Disp Mode]** キー	測定結果表示の設定（オン／オフ、表示桁数、浮動小数点表示／固定小数点表示、最上位桁の値）を行います。
3	標準	**[Level]** キー	測定信号レベルを設定します。
	シフト	**[Low C Rej]** キー	Low C リジェクト機能の設定（オン／オフ、検出境界値）を行います。
4	標準	**[Meas Time]** キー	測定時間モードを選択します。
	シフト	**[Average]** キー	測定のアベレージング回数を設定します。

表 3-1　フロント・パネル・キー（エントリー・ブロックを除く）の機能

番号	名称		機能説明
5	標準	**[Show Setting]** キー	ディスプレイ右端の機器設定表示エリア（Measurement Settings、図 3-4 参照）の表示ページ（表示項目）を切り換えます。
	シフト	**[Level Mon]** キー	測定信号レベルのモニタ機能の設定を行います。
6	標準	**[Auto/Hold]** キー	測定レンジの切替方法（測定レンジ・モード）を選択します。
	シフト	**[Range Setup]** キー	測定レンジを任意に選択します。
7	標準	**[Trig]** キー	トリガ・モードが手動（Man）に設定されている時に、トリガを掛けます。
	シフト	無し	無し
8	標準	**[Lcl]** キー	GPIB のリモート・モードに設定されている場合にローカル・モードに戻します。
	シフト	**[Adrs]** キー	GPIB アドレスを設定します。
9	標準	**[Trig Mode]** キー	トリガ・モードを選択します。
	シフト	**[Delay]** キー	トリガ遅延時間を設定します。
10	標準	**[Rcl]** キー	機器内部の不揮発性メモリ（EEPROM）から機器設定を読み出して再現します。
	シフト	**[Save]** キー	機器内部の不揮発性メモリ（EEPROM）に現在の機器設定を保存します。
11	標準	**[Pri Low]** キー	コンパレータ機能における主パラメータのリミット範囲（BIN1 のみ）の下限値を設定します。
	シフト	**[Sec Low]** キー	コンパレータ機能における従パラメータのリミット範囲の下限値を設定します。
12	標準	**[Pri High]** キー	コンパレータ機能における主パラメータのリミット範囲（BIN1 のみ）の上限値を設定します。
	シフト	**[Sec High]** キー	コンパレータ機能における従パラメータのリミット範囲の上限値を設定します。
13	標準	**[←↓]** キー	設定値を減少、あるいは選択対象を左／下方向に変更します。
	シフト	無し	無し
14	標準	**[↑ →]** キー	設定値を増大、あるいは選択対象を右／上方向に変更します。
	シフト	無し	無し

図 3-3　フロント・パネル・キー配置（エントリー・ブロック）



4288aoj003

表 3-2　フロント・パネル・キー（エントリー・ブロック）の機能

番号	名称		機能説明
15	標準	**[7]** キー	数値設定時に 7 を入力します。
	シフト	**[Min/Off]** キー	数値設定時には設定可能な最小値、オン／オフ設定時には、オフを入力します。
16	標準	**[8]** キー	数値設定時に 8 を入力します。
	シフト	**[Max/On]** キー	数値設定時には設定可能な最大値、オン／オフ設定時には、オンを入力します。
17	標準	**[9]** キー	数値設定時に 9 を入力します。
	シフト	**[Scanner]** キー	スキャナ機能の設定（オン／オフ、チャンネル選択、ロード補正用スタンダードの定義方法）を行います。
18	標準	**[青]** キー （シフト・キー）	各フロント・パネル・キーの上側に青色（キーの色と同色）で印字されている機能（シフト機能）を有効にします。つまり、シフト機能を実行する場合は、このキーを押した後に、青色印字の機能のキーを押します。
	シフト	無し	無し
19	標準	**[4]** キー	数値設定時に 4 を入力します。
	シフト	**[Open]** キー	オープン補正機能のオン／オフ、オープン補正用データの測定／確認を行います。
20	標準	**[5]** キー	数値設定時に 5 を入力します。
	シフト	**[Short]** キー	ショート補正機能のオン／オフ、ショート補正用データの測定／確認を行います。

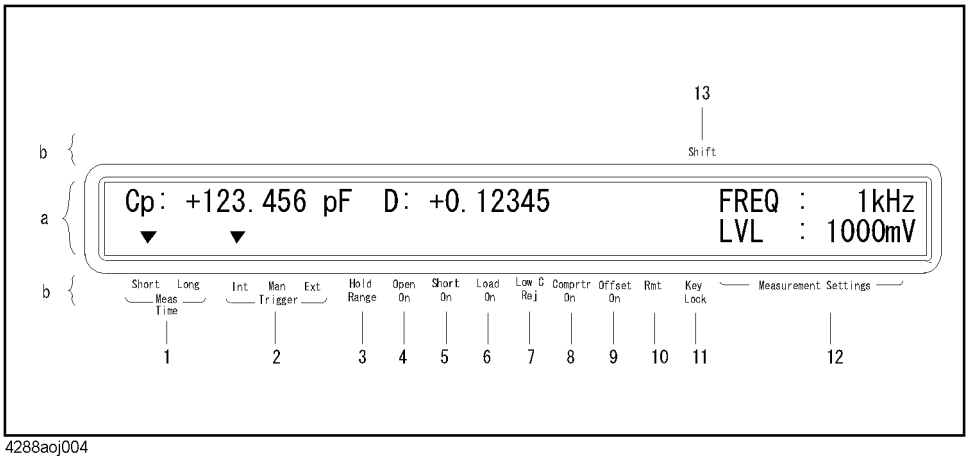
表 3-2　フロント・パネル・キー（エントリー・ブロック）の機能

番号	名称		機能説明
21	標準	**[6]** キー	数値設定時に 6 を入力します。
	シフト	**[Load]** キー	ロード補正機能のオン／オフ、ロード補正用データの測定／確認、ロード補正用スタンダードの定義値の設定を行います。
22	標準	**[Eng(→)]** キー	数値設定時に p、n、μ、m、k、M などの単位を入力します。1 回押す毎に小さい単位から大きい単位へ順々に切り替わります。
	シフト	**[Eng(←)]** キー	数値設定時に p、n、μ、m、k、M などの単位を入力します。1 回押す毎に大きい単位から小さい単位へ順々に切り替わります。
23	標準	**[1]** キー	数値設定時に 1 を入力します。
	シフト	**[Comprtr]** キー	コンパレータ機能のオン／オフ、リミット範囲の設定（モード、範囲、基準値）を行います。
24	標準	**[2]** キー	数値設定時に 2 を入力します。
	シフト	**[Cable]** キー	ケーブル長を選択します。
25	標準	**[3]** キー	数値設定時に 3 を入力します。
	シフト	**[Offset]** キー	オフセット補正機能の設定（オン／オフ、補正値）を行います。
26	標準	**[Bk Sp]** キー	数値設定時に入力中の数値から最後尾の 1 文字を消去します。
	シフト	**[Cancel]** キー	1 つ前の画面に戻ります。
27	標準	**[0]** キー	数値設定時に 0 を入力します。
	シフト	**[Key Lock]** キー	全てのキー操作（このキーを除く）をロックします。
28	標準	**[.]** キー	数値設定時に小数点 (.) を入力します。
	シフト	**[Reset]** キー	4288A をリセットします。
29	標準	**[-]** キー	数値設定時にマイナス (-) を入力します。
	シフト	**[Config]** キー	周波数シフトとビープ音の設定、サービス用試験の実行、セルフ・テストの実行、およびファームウェア・バージョンの確認を行います。
30	標準	**[Enter]** キー	数値入力の終了や選択の決定を行います。
	シフト	無し	無し

ディスプレイ

ここではディスプレイについて説明します。表 3-3 にディスプレイ各部の機能について説明します。表中の記号と番号は、図 3-4 中のアルファベットと数字に対応しています。

図 3-4 **ディスプレイ**



4288aoj004

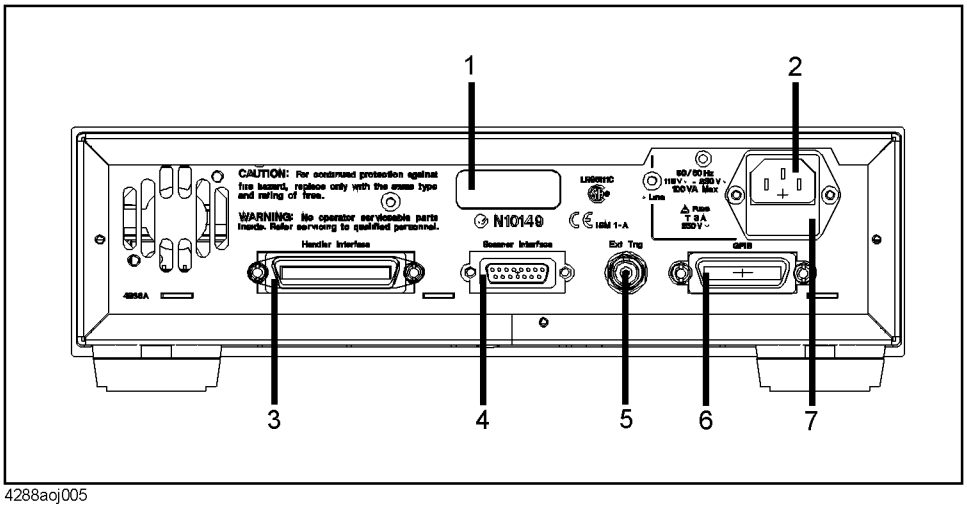
表 3-3　ディスプレイ各部の機能

記号	名称		機能説明
a	キャラクタ・ディスプレイ・エリア		測定結果、機器設定メニュー、機器設定 (Measurement Settings)、およびメッセージを表示します。
b	設定表示ラベル・エリア		キャラクタ・ディスプレイ・エリア（図 3-4 の a）に表示される ▼ 印と設定表示ラベルによって、機器の設定状態を表します。
	番号	**ラベル**	**設定表示ラベルの意味**
	1	Meas Time	測定時間モードの設定を示します。Short,Long の内、上に ▼ 印が表示されているものが現在の設定です。
	2	Trigger	トリガ・モードの設定を示します。Int,Man,Ext の内、上に ▼ 印が表示されているものが現在の設定です。ただし、GPIB コマンドのみで設定可能な Bus モードに設定されている場合は、▼ 印は表示されません。
	3	Hold Range	4288A のレンジ・モードを示します。▼ 印が表示されていればホールド・レンジ・モード、何も表示されていなければオート・レンジ・モードです。
	4	Open On	オープン補正機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	5	Short On	ショート補正機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	6	Load On	ロード補正機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	7	Low C Rej	Low C リジェクト機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	8	Comprtr On	コンパレータ機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	9	Offset On	オフセット補正機能のオン／オフを示します。▼ 印が表示されていればオンです。
	10	Rmt	4288A が GPIB リモート・モードの時、▼ 印が表示されます。
	11	Key Lock	フロント・パネルのキーがロックされている時、▼ 印が表示されます。
	12	Measurement Settings	機器設定表示エリアの範囲を示しています。このエリアには、測定信号レベルや測定周波数などの測定条件に加えて、コンパレータ選別結果なども表示されます。（このエリアには ▼ 印は表示されません。）
	13	Shift	**[青]** キー（シフト・キー）が押され、シフト機能（キーの上側に青色で印字されている機能）が有効である時、▲ 印が表示されます。

リア・パネル

ここでは、リア・パネルの機能を説明します。説明の先頭の数字は、図 3-5 中の数字に対応しています。

図 3-5　リア・パネル



4288aoj005

1. シリアル番号プレート ： シリアル番号を印字しています。
2. 電源ケーブル・ソケット
3. ハンドラ・インタフェース (Handler Interface) コネクタ ： 外部ハンドラとの接続コネクタです。
4. スキャナ・インタフェース (Scanner Interface) コネクタ ： スキャナとの接続コネクタです。
5. 外部トリガ (Ext Trig) 端子 ： 外部トリガ信号を使用して測定をトリガする場合のトリガ入力端子です。
6. GPIB コネクタ ： GPIB を使用して外部コントローラから 4288A をコントロールする場合に使用します。
7. ヒューズ・ホルダ

第 4 章　初心者のための基本操作方法

本章では、Agilent 4288A の基本操作方法について説明しています。「キー操作の基本を理解する」ではキーの基本的な操作方法の説明をしています。また、「基本測定手順を習得する」では、4288A を使ったコンデンサ（キャパシタンス）の基本測定方法の説明をしています。

キー操作の基本を理解する

4288A のフロント・パネル・キーを押した場合の動作は次に示す 3 通りです。

- 1 度のキー操作で終了する場合
- メニュー（項目選択）の画面が現れる場合
- 数値入力の画面が現れる場合

注記 メニュー選択の画面が現れた状態、および数値入力の画面が現れた状態（数値入力途中の状態も含む）で、**[Cancel]**（**[青]** - **[Bk Sp]**）キーを押すと、1 つ前の画面に戻ることができます。

注記 フロント・パネルに青色で印字された機能（シフト機能）を実行する場合は、**[青]** キーを押してシフト機能を有効にした後に、その印字の下のキー（例えば、Cancel の場合は、**[Bk Sp]** キー（濃いグレーで Bk Sp と印字されたキー））を押す必要があります。

これらの各場合について、それぞれの操作の基本を説明します。

1 度のキー操作で終了する場合

キーを押すだけで、機能がオン／オフされたり、設定が変化したりする場合です。この場合、トグル方式で機器設定の切り換えが行われます。つまり、キーを押すたびにオン／オフが切り換わったり、複数の可能な設定の中で順番に変化します。以下に例を示します。

- **[Key Lock]**（**[青]** - **[0]**）キーを押すたびに、キー・ロック機能のオン／オフが交互に切り換わります。
- **[Trig Mode]** キーを押すたびに、トリガ・モードの設定が現在の設定から
  ... →Int →Man →Ext →Int →... の順番で切り換わります。

メニュー（項目選択）の画面が現れる場合

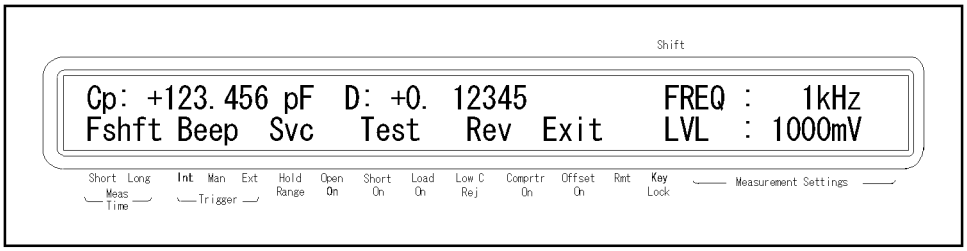
キーを押すと、ディスプレイの下段部分（▼ 印が表示されている部分）が、項目選択のメニュー画面に変化する場合です。メニュー画面で点滅している項目が、その時点で選択されている項目です。**[↵]** キー、**[↑ →]** キー、あるいは同じキーを再度押すことによって、選択項目を変更することができます。希望する項目が点滅状態になったら、**[Enter]** キーを押して決定します。以下に例を示します。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[4]**）キーを押します。ディスプレイには図 4-1 のようなメニュー画面（Exit が点滅状態）が表示されます。

手順 2. **[↵]** キーを 1 回押して、Rev を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

手順 3. 4288A は、モデル番号、ファームウェア・バージョン、シリアル番号等を数秒間表示し、メニューに戻ります。

図 4-1　[Config] キーが押された時のメニュー画面



4288aoj006

手順 4. Exit が点滅しているのを確認（違っていればキー操作して Exit を点滅させる）後、**[Enter]** キーを押してメニューから抜けます。

注記　メニュー選択後、さらにメニュー選択の画面が現れる場合や、後述の数値入力の画面が現れる場合がありますが、設定が完了するまで同様に操作します。

数値入力の画面が現れる場合

キーを押すと、ディスプレイ表示が、測定画面から数値入力の画面に変化する場合です。次の各キーを使用して数値を入力後、**[Enter]** キーを押します。

- 数字（**[0]**、**[1]**、**[2]**、**[3]**、**[4]**、**[5]**、**[6]**、**[7]**、**[8]**、**[9]**、**[.]**（小数点）、**[-]**（マイナス））キー
- バック・スペース（**[Bk Sp]**）キー
- 最大値（**[Max/On]**）キー、および最小値（**[Min/Off]**）キー
- 単位（**[Eng]**）キー
- 矢印（**[←↓]**、および **[↑ →]**）キー

注記　**[Enter]** キーを押すまでは、表示値が変わっても以前の設定が保存されています。したがって、**[Enter]** キーを押す前に ENTRY ブロック（図 3-3（32 ページ）参照）以外のキーを押すと入力値は無効となり、機器設定は入力前の状態のままです。

以下に各キーの使い方について説明します。

数字キー

それぞれの数字を組み合わせて、数値を入力します。

バック・スペース・キー

入力値の修正に使用します。１度押すたびに、表示されている入力値の右側から１文字づつ消去されます。

注記　基本的には、数字キー、バック・スペース・キーだけで数値の入力は可能です。最大値キー、最小値キー、単位キー、左／下矢印キー、上／右矢印キーは入力を補助するキーです。したがって、入力しようとする場合の機器の設定状態によってはこれらのキーを使えない場合もあります。

最大値キー、および最小値キー

このキーを押すだけで、設定可能な最大値／最小値が入力されます。

単位キー

数字キーで入力した数値に単位（Engineering Unit）を付けます。このキーを押すたびに単位が変化します。最初に現れる単位および使用可能な（キーを押すことで現れる）単位は、入力時の機器の設定状態によって異なります。

矢印キー

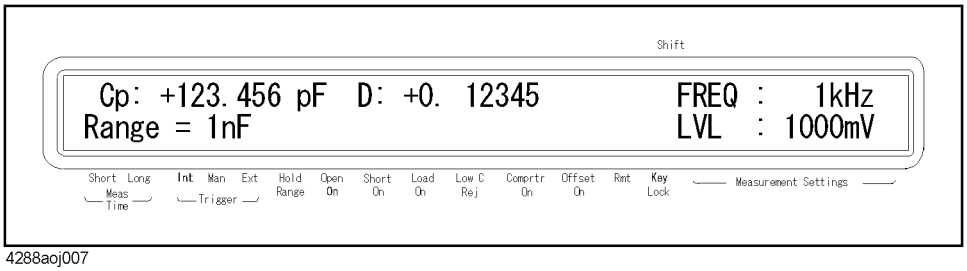
入力数値を増大あるいは減少させます。1 度押したときに増大／減少する値の大きさは機器の設定状態によって異なります。

数値入力操作例

数値入力操作の例として、測定レンジが 1 nF に設定されている状態から、最小測定レンジの 100 pF（測定周波数：1 kHz の場合）に変更する操作を、数字キーのみで入力する場合、最大値キーで入力する場合、数字キーと単位キーで入力する場合、矢印キーで入力する場合の各手順について説明します。

手順 1. **[Range Setup]**（**[青]** - **[Auto/Hold]**）キーを押します。図 4-2 のような測定レンジの設定画面が現れます。

図 4-2　測定レンジ設定画面



4288aoj007

手順 2. 100 pF を入力します

数字キーのみで入力する場合

[0] キー、**[.]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[0]** キー、**[1]** キーと順番にキーを押します。

最小値キーで入力する場合

[Min/Off]（**[青]** - **[7]**）キーを押します。

数字キーと単位キーで入力する場合

[1] キー、**[0]** キー、**[0]** キーと押します。次に **[Eng]** キーを pF が表示されるまで押します。

矢印キーで入力する場合

[←↓] キーを 3 回押します。

手順 3. **[Enter]** キーを押して設定を完了します。

基本測定手順を習得する

ここでは、4288A を使った基本的な測定手順を習得するために、テスト・フィクスチャを使用してコンデンサを測定する手順を説明しています。

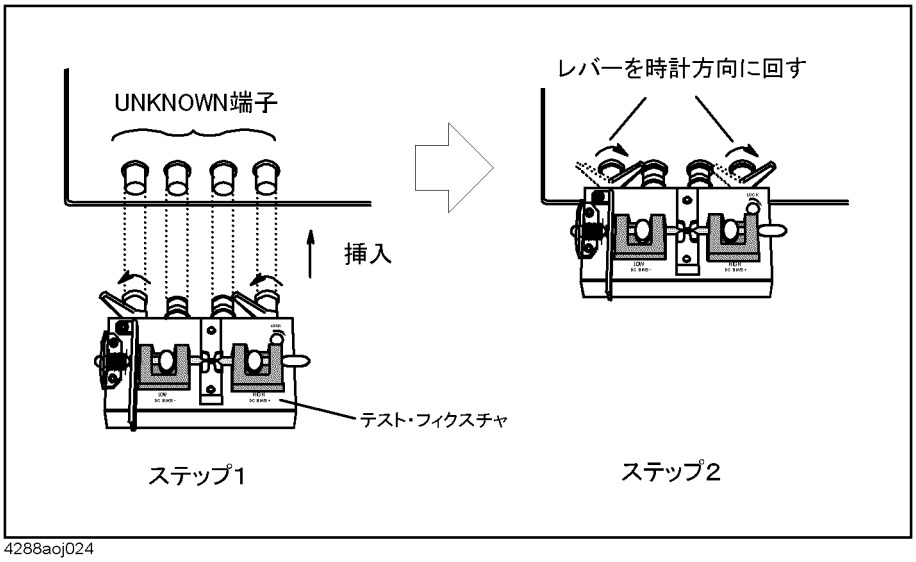
テスト・フィクスチャを接続する

注意

UNKNOWN 端子に DC 電圧、または電流を印加しないでください。故障の原因となります。特にコンデンサは充電されている場合がありますので、試料を充分に放電してから UNKNOWN 端子（あるいはテスト・フィクスチャ）に接続してください。

試料（コンデンサ）を直接 4288A に接続することは困難ですので、通常、試料を 4288A と接続するため、テスト・フィクスチャを 4288A に接続します。テスト・フィクスチャは試料の形状に合ったものを使用する必要があります。使用可能なテスト・フィクスチャが付録 F「テスト・フィクスチャ／テスト・リード」に示されていますので、参考にしてください。図 4-3 にチップ・コンデンサの測定に適した 16034G を使用する場合の接続例を示します。

図 4-3　テスト・フィクスチャ（16034G）の接続



4288aoj024

基本的な測定条件を設定する

ここでは、コンデンサ測定における基本的な測定条件の設定手順を説明します。実際の正確な測定や測定時間を考慮した測定等のためには、ここで説明していない測定条件についても、適切な状態に設定する必要があります。

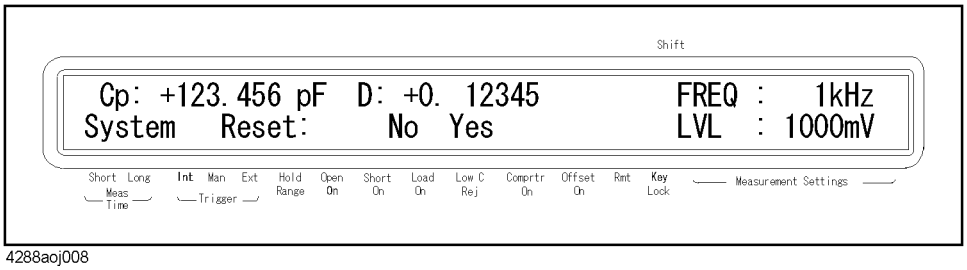
設定を初期値に戻す（リセットの実行）

4288A の各設定を初期状態に戻す（リセットする）方法について説明します。

希望する設定条件で測定を行いたい場合（特に現状の設定がはっきりしない場合）には、一度、初期状態に戻すことは有効な手段です。初期設定値は表 C-1（185 ページ）のように決まっているので、希望する測定条件に設定するために必要な設定変更を知ることができます。

手順 1. **[Reset]**（**[青]** - **[.]**）キーを押します。図 4-4 のような画面が表示されます。

図 4-4　リセット実行画面



4288aoj008

手順 2. **[↑ →]** キーを押して Yes を点滅させ、次に **[Enter]** キーを押します。

測定パラメータを設定する

測定する主パラメータ、従パラメータを設定します。4288A は次に示すような組み合わせでパラメータ選択できます。

主パラメータ	従パラメータ
Cp	D, Q, G, Rp
Cs	D, Q, Rs

各パラメータの簡単な説明を以下に示します。

Cp: 等価並列抵抗を考慮した場合のキャパシタンスの値

Cs: 等価直列抵抗を考慮した場合のキャパシタンスの値

D: 損失係数

Q: Quality factor（D の逆数）

G: 等価並列コンダクタンス

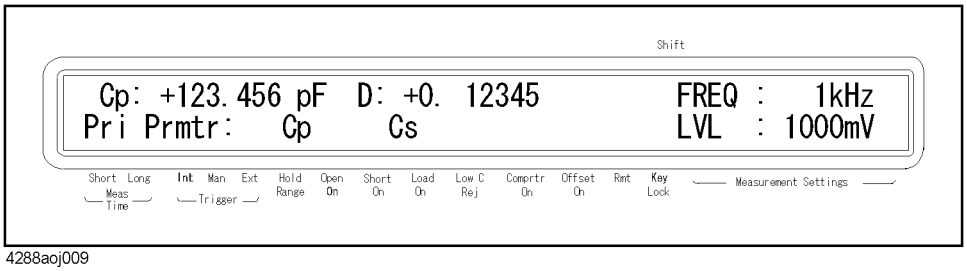
Rp: 等価並列抵抗

Rs: 等価直列抵抗

以下に測定パラメータの設定手順を示します。

手順 1. **[Meas Prmtr]** キーを押します。図 4-5 のような主パラメータ選択のメニュー画面が表示されます。

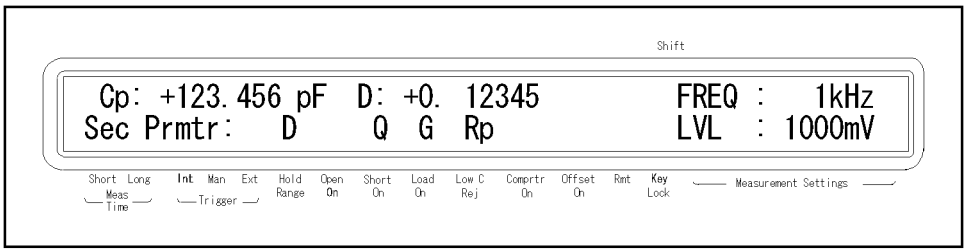
図 4-5　主パラメータ選択メニュー画面



4288aoj009

手順 2. 点滅しているパラメータが現在の主パラメータの設定値です。変更する必要がある場合は、**[↑ →]** キーを使って、設定するパラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 4-6 のような従パラメータ選択のメニュー画面が表示されます。

図 4-6　従パラメータ選択メニュー画面（主パラメータとして Cp を選択時）



4288aoj010

メニューに表示される従パラメータは、選択した主パラメータにより異なります。図 4-6 は Cp を選択した場合の画面です。

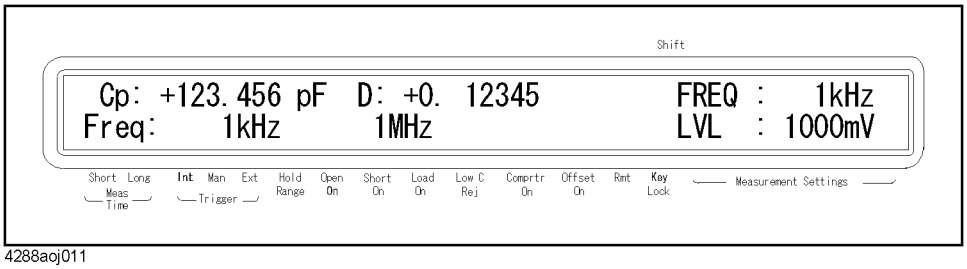
手順 3. 主パラメータと同様に **[↑ →]** キーを使って、設定するパラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

測定信号周波数を設定する

測定時に試料（コンデンサ）に印加する信号の周波数を設定します。

手順 1. **[Freq]** キーを押します。図 4-7 のようなメニュー画面が表示されます。

図 4-7　測定信号周波数選択メニュー画面



4288aoj011

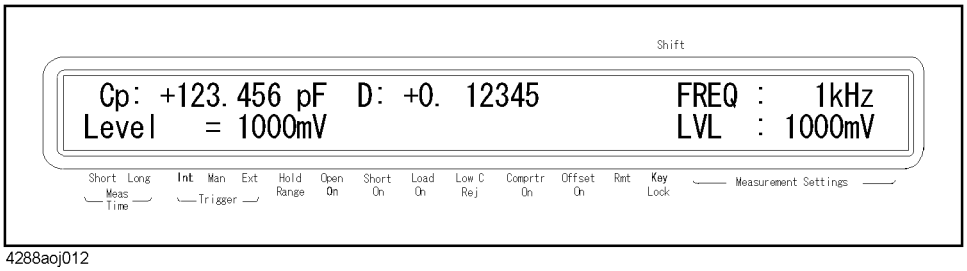
手順 2. 点滅している周波数が現在の設定値です。変更する場合は、**[↑ →]** キー、あるいは再度 **[Freq]** キーを押して、設定したい測定周波数（1kHz または 1MHz）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

測定信号レベルを設定する

測定時に試料（コンデンサ）に印加する信号の電圧レベルを設定します。

手順 1. **[Level]** キーを押します。図 4-8 のような画面が表示されます。この時、最初から表示されている値（この例では 1000 mV）が、現在の測定信号レベルの設定値です。

図 4-8　測定信号レベル設定画面



4288aoj012

手順 2. 数字キー等を使って設定したいレベルを入力し、**[Enter]** キーを押します。

ケーブルの長さを設定する

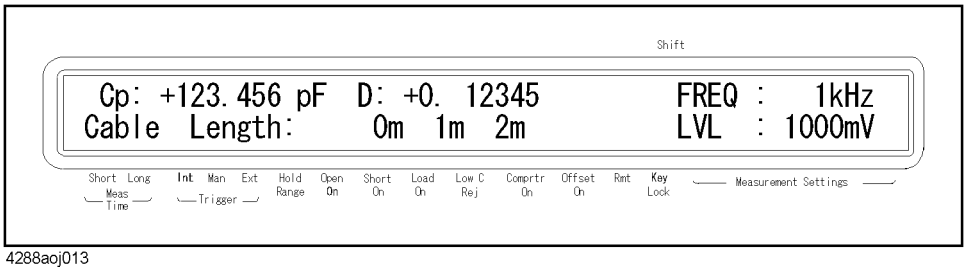
使用するテスト・リードに応じて、測定ケーブルの長さを 0 m、1 m、2 m の中から選択します。

0m	テスト・リードを使用しない、すなわちテスト・フィクスチャを直接 UNKNOWN 端子に接続する場合など
1m	Agilent 16048A、Agilent 16089A/B/C/D テスト・リードを使用する場合など
2m	Agilent 16048D テスト・リードを使用する場合など

測定ケーブルの長さの設定手順を以下に示します。

手順 1. **[Cable]**（**[青]** - **[3]**）キーを押します。図 4-9 のようなメニュー画面が表示されます。

図 4-9　ケーブル長選択メニュー画面



4288aoj013

手順 2. 点滅している数字が現在のケーブル長の設定値です。変更する必要がある場合は、**[↑ →]** キーを使って、使用するケーブル長を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

誤差を補正するための測定を実行する

試料をテスト・フィクスチャに接続する前に、テスト・フィクスチャの誤差要因となるパラメータを事前に測定しておき、測定結果について誤差を補正します。

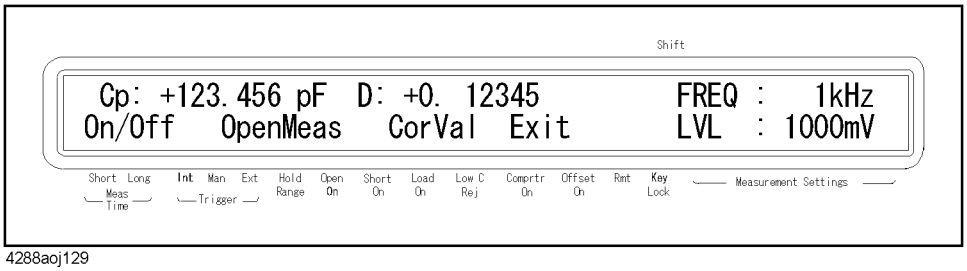
オープン補正用データを測定する

オープン補正は試料と並列な浮遊アドミタンスの除去を目的とします。オープン補正用データの測定手順を以下に示します。

手順 1. UNKNOWN 端子に接続されたテスト・フィクスチャの電極をオープン（開放）状態または、オープン補正に適した状態にします。

手順 2. **[Open]**（**[青]** - **[4]**）キーを押します。図 4-10 のようなオープン補正のメニュー画面が表示されます。

図 4-10　オープン補正メニュー画面



4288aoj129

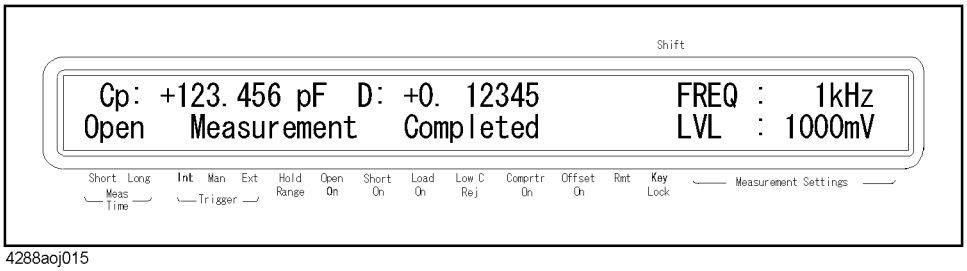
手順 3. **[↑ →]** キーを使って、OpenMeas を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。オープン補正用データの測定が実行されます。

注記

オープン補正用データは、測定時の測定周波数用のデータとして保存されます。

オープン補正用データの測定が正常に終了すると、測定されたデータが数秒間表示された後、図 4-11 のようなメッセージが数秒間表示されます。

図 4-11　オープン補正用データの測定終了後の画面（正常に終了した場合）



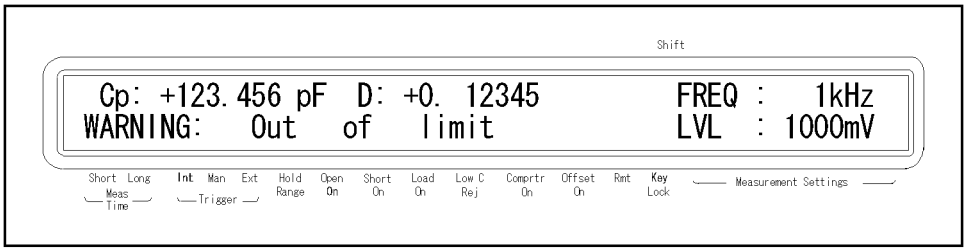
4288aoj015

オープン・アドミタンス |Yo|（$=\sqrt{G^2+B^2}$）が 20 μS 未満でなく、オープン補正用データとして不適当な場合は、測定されたデータの表示前に、図 4-12 のような警告メッセージが表示されます。

注記

この警告メッセージが表示されても、オープン補正用データはそのまま使用されますが、テスト・フィクスチャと UNKNOWN 端子との接続および、オープン補正手順に誤りがないかを確認されることをお勧めします。

図 4-12　測定されたデータが不適切な場合（|Yo| ≥ 20 μS の場合）の警告画面

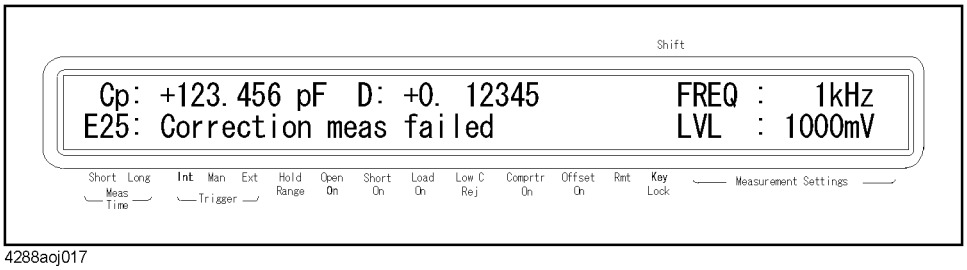


4288aoj016

また、補正用データの測定中に測定異常が発生した場合は、図 4-11 のメッセージではなく、図 4-13 のようなエラー・メッセージが表示されます。

注記　このエラーが発生した場合、補正用データは、測定前のまま変更されません。

図 4-13　オープン補正用データの測定終了後の画面（測定異常が発生した場合）



4288aoj017

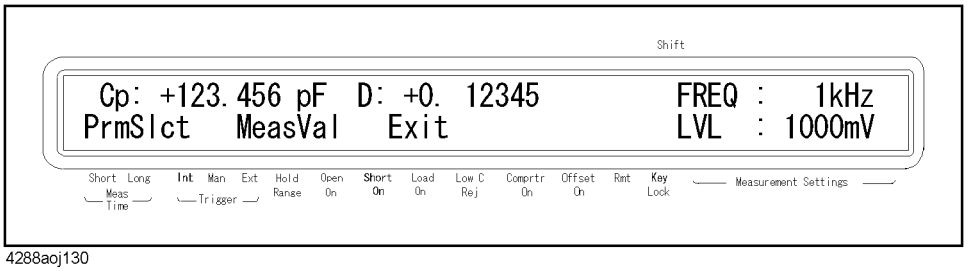
オープン補正用データを確認する

オープン・アドミタンス測定値（オープン補正用データ）は確認可能です。以下に手順を示します。

手順 1. **[Open]**（**[青]** - **[4]**）キーを押し、オープン補正メニュー画面（図 4-10 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 4-14 のようなオープン補正用データのメニュー画面が表示されます。

図 4-14　オープン補正用データのメニュー画面



4288aoj130

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、MeasVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。G（コンダクタンス）の測定値が表示されます。

手順 4. **[Enter]** キーを押します。B（サセプタンス）の測定値が表示されます。

手順 5. **[Enter]** キーを押します。オープン補正メニュー画面に戻ります。

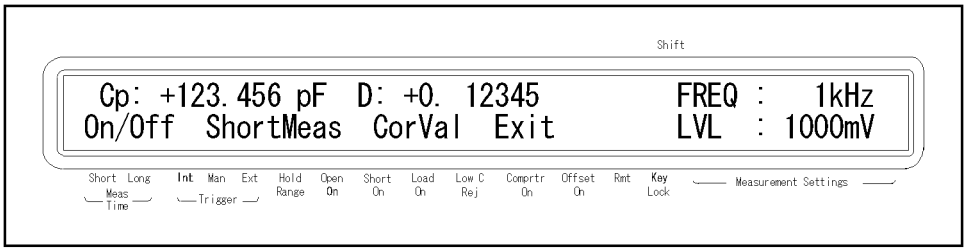
ショート補正用データを測定する

ショート補正により、試料と直列な残留インピーダンスを除去します。ショート補正用データの測定手順を以下に示します。

手順 1. テスト・フィクスチャの電極を直接接触させるか、あるいはテスト・フィクスチャにショート・バーを接続して両測定電極をショート (短絡) 状態にします。

手順 2. **[Short]**（**[青]** - **[5]**）キーを押します。図 4-15 のようなショート補正のメニュー画面が表示されます。

図 4-15 ショート補正メニュー画面



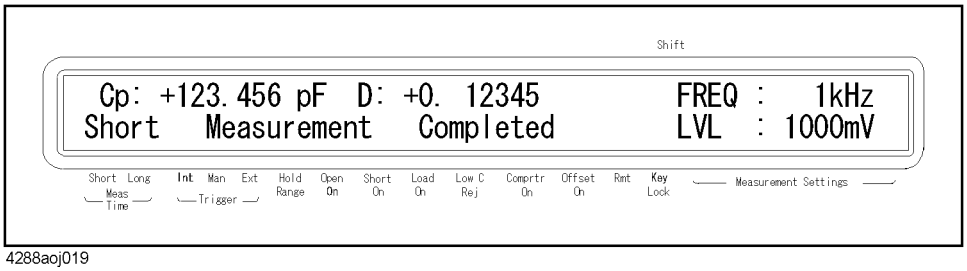
4288aoj131

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、ShortMeas を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。ショート補正用データの測定が実行されます。

注記 ショート補正用データは、測定時の測定周波数用のデータとして保存されます。

ショート補正用データの測定が正常に終了すると、測定されたデータが数秒間表示された後、図 4-16 のようなメッセージが数秒間表示されます。

図 4-16 ショート補正用データの測定終了後の画面（正常に終了した場合）

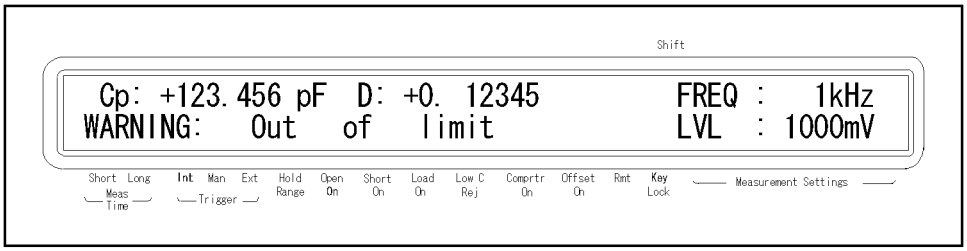


4288aoj019

ショート・インピーダンス |Zs| (=$\sqrt{R^2+X^2}$) が 20 Ω未満でなく、ショート補正用データとして不適切な場合は、測定データの表示前に、図 4-17 の警告メッセージが表示されます。

注記 この警告メッセージが表示されても、ショート補正用データはそのまま使用されますが、テスト・フィクスチャと UNKNOWN 端子との接続および、ショート補正手順に誤りがないかを確認されることをお勧めします。

図 4-17　測定されたデータが不適切な場合（|Zs| ≥ 20 Ωの場合）の警告画面

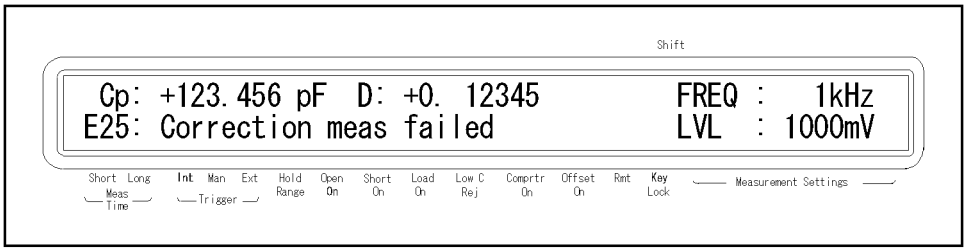


4288aoj016

また、補正用データの測定中に測定異常が発生した場合は、図 4-16 のメッセージではなく、図 4-18 のようなエラー・メッセージが表示されます。

注記　このエラーが発生した場合、補正用データは、測定前のまま変更されません。

図 4-18　ショート補正用データの測定終了後の画面（測定異常が発生した場合）



4288aoj017

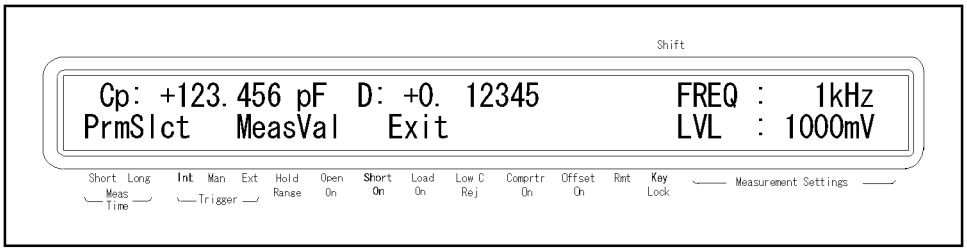
ショート補正用データを確認する

ショート・インピーダンス測定値（ショート補正用データ）は確認可能です。以下に手順を示します。

手順 1. **[Short]**（**[青]** - **[5]**）キーを押し、ショート補正メニュー画面（図 4-15 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 4-19 のようなショート補正用データのメニュー画面が表示されます。

図 4-19　ショート補正用データのメニュー画面



4288aoj130

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、MeasVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。R（抵抗）の値が表示されます。

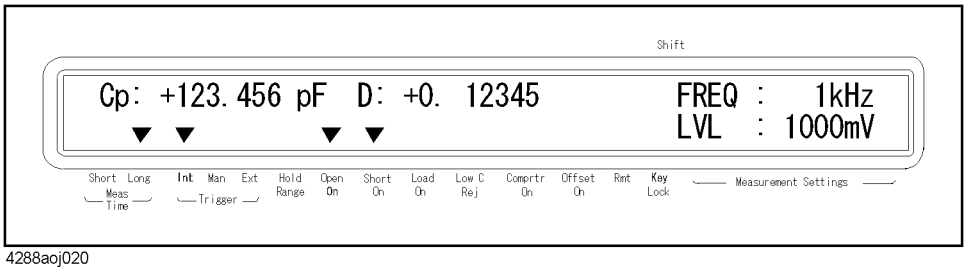
手順 4. **[Enter]** キーを押します。X（リアクタンス）の値が表示されます。

手順 5. **[Enter]** キーを押します。ショート補正メニュー画面に戻ります。

試料（コンデンサ）を接続する

テスト・フィクスチャにコンデンサを取り付けると、「測定パラメータを設定する」（42 ページ）で選択したパラメータでインピーダンス測定結果が表示されます。図 4-16 に主パラメータが Cp、従パラメータが D の場合の例を示します。

図 4-20　測定結果表示画面（主パラメータ :Cp、従パラメータ :D の場合）



4288aoj020

第 5 章　測定条件とディスプレイ表示の設定

本章では、測定条件、およびディスプレイ表示の設定方法について解説します。また、測定条件等の機器設定状態の保存（セーブ）／再現（リコール）方法についても解説します。

測定パラメータを選択する

表 5-1 に示すような組み合わせで測定パラメータを選択できます。

表 5-1　測定パラメータ

主パラメータ	従パラメータ
Cp	D, Q, G, Rp
Cs	D, Q, Rs

各パラメータの説明を以下に示します。

Cp:　並列等価回路モデルで測定した場合のキャパシタンス値

Cs:　直列等価回路モデルで測定した場合のキャパシタンス値

D:　損失係数

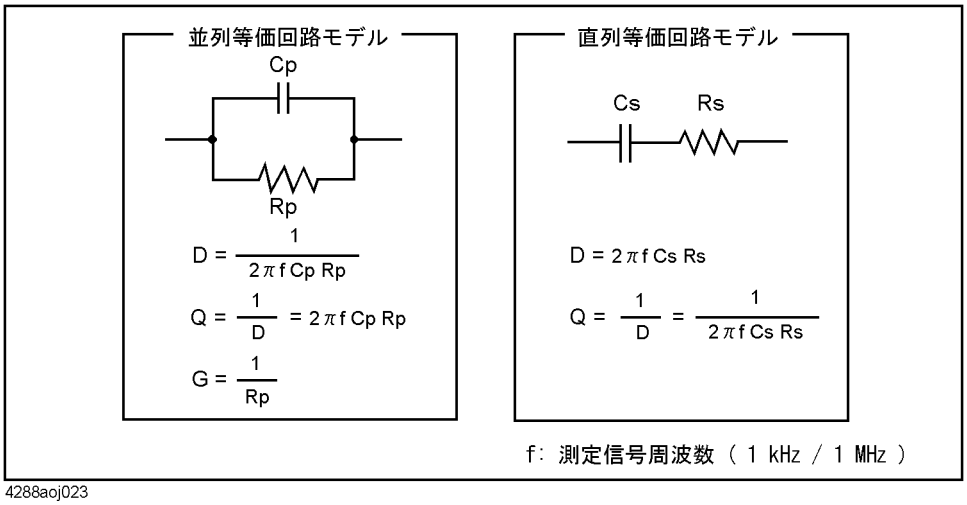
Q:　Quality factor（D の逆数）

G:　並列等価回路モデルで測定した場合の等価並列コンダクタンス

Rp:　並列等価回路モデルで測定した場合の等価並列抵抗

Rs:　直列等価回路モデルで測定した場合の等価直列抵抗

図 5-1　等価回路モデルと測定パラメータの関係



4288aoj023

等価回路モデルの選択基準については「並列／直列等価回路モデルの選択基準」（207 ページ）をご覧ください。

設定手順

[Meas Prmtr] キーを押した後、**[↑ →]** キー等を使って設定したい主パラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。さらに、**[↑ →]** キーを使って設定したい従パラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

設定手順の詳細については「測定パラメータを設定する」（42 ページ）をご覧ください。

測定信号（周波数、レベル）を設定する

周波数の設定

試料に印加する測定信号の周波数は 1 kHz と 1 MHz のいずれかを選択できます。

設定手順

[Freq] キーを押した後、**[↑ →]** キー等を使って選択したい周波数を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

設定手順の詳細については「測定信号周波数を設定する」（44 ページ）をご覧ください。

レベルの設定

試料に印加する測定信号のレベルは、0.1 V ～ 1.0 V の範囲で、0.1 V の分解能で設定できます。

設定手順

[Level] キーを押した後、数字キー等を使って設定したいレベルを入力し、**[Enter]** キーを押します。

設定手順の詳細については「測定信号レベルを設定する」（44 ページ）をご覧ください。

測定レンジを選択する

測定レンジが自動選択されるように設定する（オート・レンジ）

測定レンジ選択には、表 5-2 に示す 2 種類のモードがあり、自動選択されるようにする場合には、オート・レンジ・モードに設定します。

表 5-2 **測定レンジ・モード**

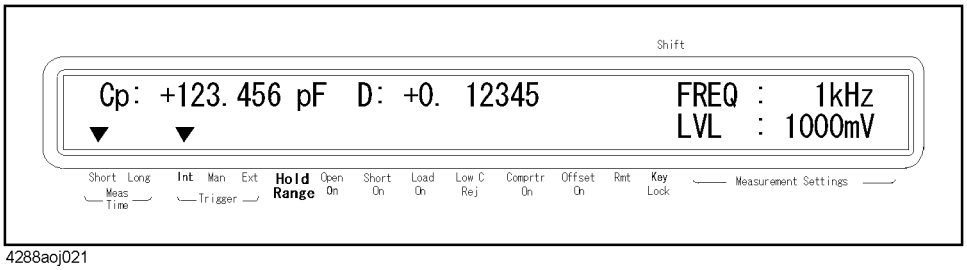
モード	機能概要	メリット	デメリット
オート・レンジ（自動選択）	試料の値に合わせて、適切な測定レンジが測定器側で自動選択され、測定が行われます。	ユーザが測定レンジ選択に気を使う必要はありません。	レンジング時間分だけ、測定時間が長くなります。
ホールド（固定）レンジ（手動選択）	試料の値に関わらず、固定された測定レンジで測定が行われます。	レンジング時間を必要としません。	ユーザが試料の値に応じて適したレンジを選択しなければなりません。

以下に測定レンジ・モードの設定手順を示します。

設定手順

[Auto/Hold] キーを押します。押すたびに測定レンジ・モードが切り替わります。モードの設定状態は、機器設定表示ラベルの Hold Range の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されます。図 5-2 のように ▼ 印が表示されていなければオート・レンジ・モード、▼ 印が表示されていればホールド・レンジ・モードです。

図 5-2 **測定レンジ・モードの状態表示（オート・レンジ・モード時）**



4288aoj021

[Auto/Hold] キーを押して測定レンジ・モードをホールド・レンジ・モードに設定した場合は、キーを押した時点の測定レンジに固定されます。

任意の測定レンジを選択する（ホールド・レンジ）

選択可能な測定レンジは、表 5-3 の通りです。この表に示すように測定信号周波数により、選択可能レンジが異なります。このため、測定周波数の変更に伴い測定レンジ設定に矛盾が生じる場合は、自動的に設定可能な測定レンジに変更されます。

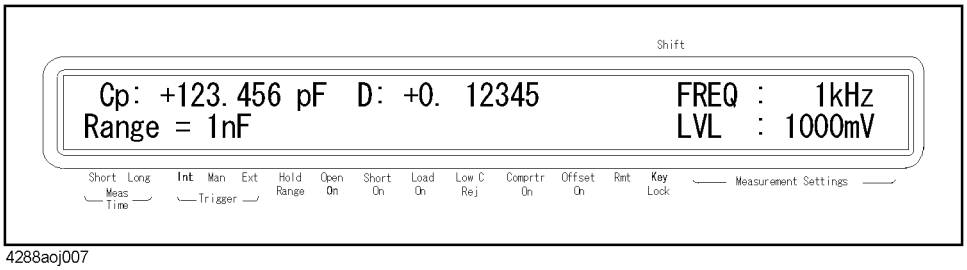
表 5-3　選択可能な測定レンジ

測定信号周波数： 1 kHz の場合			測定信号周波数： 1 MHz の場合		
			1 pF	2.2 pF	4.7 pF
			10 pF	22 pF	47 pF
100 pF	220 pF	470 pF	100 pF	220 pF	470 pF
1 nF	2.2 nF	4.7 nF	1 nF		
10 nF	22 nF	47 nF			
100 nF	220 nF	470 nF			
1 µF	2.2 µF	4.7 µF			
10 µF					

設定手順

手順 1. **[Range Setup]**（**[** 青 **]** - **[Auto/Hold]**）キーを押します。図 5-3 のような測定レンジの設定画面が表示されます。この時、最初から表示されている測定レンジ（この例では 1 nF）が、現在、選択されている測定レンジです。

図 5-3　測定レンジ設定画面



4288aoj007

手順 2. 数字キー等を使ってレンジを入力し、**[Enter]** キーを押します。

注記　測定レンジを設定すると、自動的に測定レンジ・モードがホールド・レンジ・モードに設定されます。

測定時間を選択する

測定時間（積分時間）には、表 5-4 に示す 2 種類のモードがあります。

表 5-4　測定時間モード

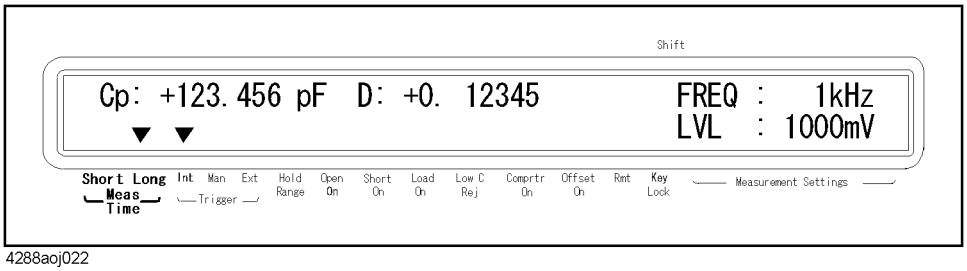
モード	測定スピード	測定確度
ショート（Short）	速い ↑ 遅い	悪い ↓ 良い
ロング（Long）		

実際の測定時間の詳細については、「測定時間」（161 ページ）をご覧ください。

設定手順

[Meas Time] キーを押します。押すたびに測定時間モードが切り替わります。モードの設定状態は、機器設定表示ラベルの Meas Time 部分に表示されます。Short、Long の内、上に ▼ 印が表示されているほうが現在の測定時間モードです。図 5-4 はロング・モードが選択されている場合の例です。

図 5-4　測定時間モードの状態表示（ロング・モード時）



4288aoj022

ケーブル長を選択する

測定ケーブルの延長に起因する誤差を補正するため、測定ケーブルの長さを設定します。4288A では 0 m、1 m、2 m の中から使用する測定ケーブルに合った長さを選択します。

0m	テスト・リードを使用しない、すなわちテスト・フィクスチャを直接 UNKNOWN 端子に接続する場合など
1m	Agilent 16048A、Agilent 16089A/B/C/D テスト・リードを使用する場合など
2m	Agilent 16048D テスト・リードを使用する場合など

設定手順

[Cable]（**[青]** - **[2]**）キーを押した後、**[↑ →]** キー等を使って選択したいケーブル長を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

設定手順の詳細については「ケーブルの長さを設定する」（45 ページ）をご覧ください。

アベレージング回数を設定する

アベレージング機能のオン／オフ

アベレージング機能をフロント・パネルから直接オン／オフすることはできません。アベレージング機能のオン／オフは GPIB コマンドのみで設定可能です。

アベレージング機能のオン

フロント・パネルからアベレージング回数を設定すると、自動的にアベレージング機能がオンに設定されます。

アベレージング機能のオフ

フロント・パネルからアベレージング機能をオフすることはできません。ただし、アベレージング回数を 1 に設定することにより、アベレージング機能オフと同じ状態に設定できます。

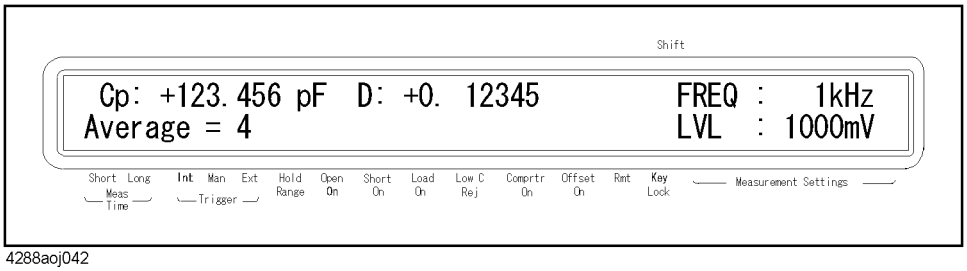
アベレージング回数の設定

アベレージング回数は、1 ～ 256 の範囲で任意に設定できます。

設定手順

手順 1. **[Average]**（**[** 青 **]** - **[Meas Time]**）キーを押します。図 5-5 のようなアベレージング回数の設定画面が表示されます。この時、最初から表示されている数字（この例では 4）が、現在のアベレージング回数の設定値です。

図 5-5　アベレージング回数設定画面



4288aoj042

手順 2. 数字キー等を使って設定したい回数を入力し、**[Enter]** キーを押します。

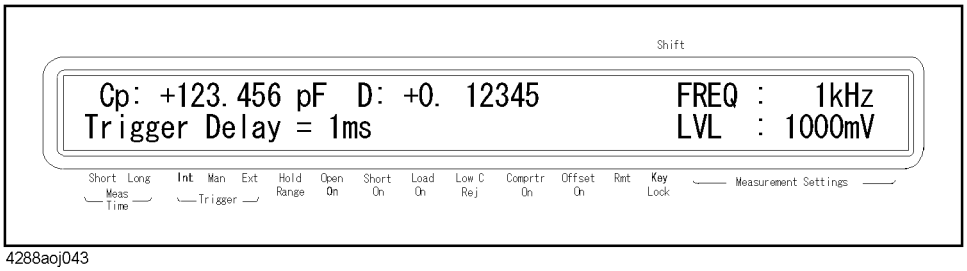
トリガ遅延時間を設定する

トリガが検出されてから、測定が開始されるまでの待ち時間（トリガ遅延時間）を設定することができます。トリガ遅延時間は、0 s～1 s の範囲で、1 ms の分解能で設定できます。

設定手順

手順 1. **[Delay]**（[青] - **[Trig Mode]**）キーを押します。図 5-6 のようなトリガ遅延時間の設定画面が表示されます。この時、最初から表示されている値（この例では 1 ms）が、現在のトリガ遅延時間の設定値です。

図 5-6　トリガ遅延時間設定画面



4288aoj043

手順 2. 数字キー等を使って設定したい値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

ディスプレイ表示の設定を行う

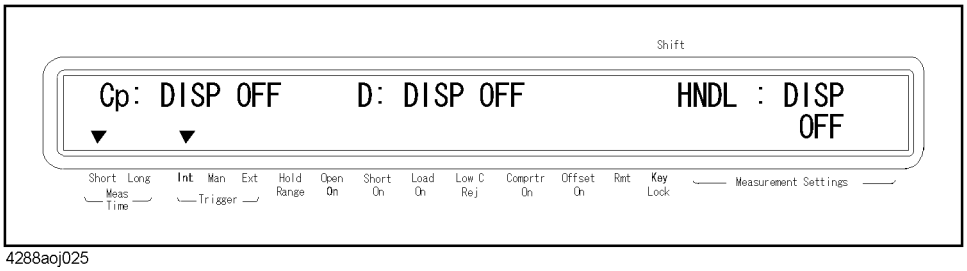
表示をオン／オフする

以下の項目の表示をオン／オフできます。

- 測定パラメータ（主パラメータ、従パラメータ）の測定結果
- ハンドラ出力（コンパレータ選別結果）
- 測定信号レベル・モニタ値
- マルチ補正の設定状態
- 補正データ

表示をオフすると、上記項目の表示部分は、図 5-7 に示すように、常に DISP OFF と表示されたままとなるため、測定結果を読みとることができなくなりますが、画面表示の更新時間が不要になるため、測定時間を短縮することができます。

図 5-7　表示オフ時のディスプレイ表示

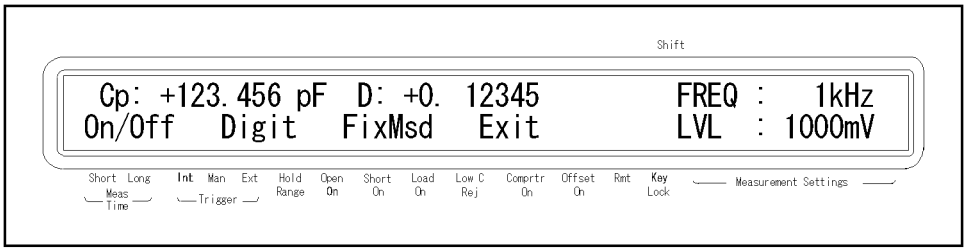


4288aoj025

設定手順

手順 1. **[Disp Mode]**（**[青]** - **[Freq]**）キーを押します。図 5-8 のようなディスプレイ表示の設定画面が表示されます。

図 5-8　ディスプレイ表示設定画面



4288aoj026

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。表示オン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って On または Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

測定結果の表示桁数を選択する

測定パラメータの測定結果の表示桁数は、4 桁、5 桁、6 桁から選択可能です。（測定信号レベル・モニタ値の表示桁数は、4 桁固定で変更できません。）

設定手順

手順 1. **[Disp Mode]**（**[青]** - **[Freq]**）キーを押し、ディスプレイ表示設定画面（図 5-8 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Digit を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。表示桁数の選択画面（点滅している数字が現在の表示桁数）が表示されます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って 4、5、6 のいずれかを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

測定結果を固定小数点表示する

測定パラメータの測定結果は、以下の 2 通りの方法で表示可能です。

	説明
浮動小数点表示（初期設定）	各桁が表示する値は、固定されておらず、測定値に応じて変化します。
固定小数点表示	各桁が表示する値は、事前に設定された値に固定されています。

注記

偏差のパーセンテージ表示（「測定結果を基準値との偏差で表示する（偏差測定モード）」参照）、および D と Q の表示は、常に固定小数点表示です。

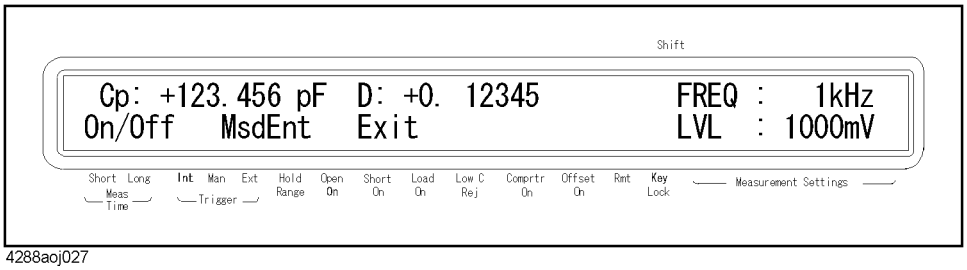
設定手順

浮動／固定小数点表示の選択

手順 1. **[Disp Mode]**（**[青]** - **[Freq]**）キーを押し、ディスプレイ表示設定画面（図 5-8 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って FixMsd を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 5-9 のような固定小数点表示の設定メニュー画面が表示されます。

図 5-9　固定小数点表示設定メニュー画面



4288aoj027

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。固定小数点表示を行うか否かの選択画面（点滅している方が現在の設定）が表示されます。

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って On（固定小数点表示）、または Off（浮動小数点表示）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

固定小数点表示時の最上位桁の設定

手順 1. **[Disp Mode]**（**[青]** - **[Freq]**）キーを押し、ディスプレイ表示設定画面（図 5-8 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って FixMsd を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、固定小数点表示設定メニュー画面（図 5-9 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って MsdEnt を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

手順 4. 数字キー等を使って主パラメータの最上位桁の値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続けて、従パラメータの最上位桁の値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

測定結果を基準値との偏差で表示する（偏差測定モード）

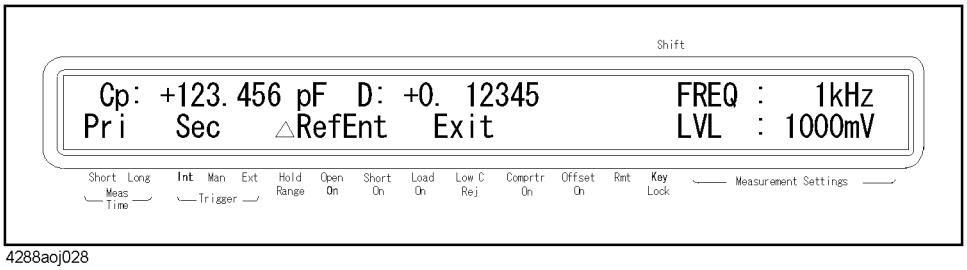
偏差測定モードを利用すると、測定結果をそのまま表示せずに、基準値との偏差で相対的に表示することができます。また、偏差測定モードでは、偏差をそのまま表示する方法と、偏差を基準値に対するパーセンテージで表示する方法のいずれかを選択できます。

設定手順

基準値の設定

手順 1. **[Δ Mode]**（**[青]** - **[Meas Prmtr]**）キーを押します。図 5-10 のような偏差測定モードのメニュー画面が表示されます。

図 5-10 **偏差測定モード・メニュー画面**



4288aoj028

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、ΔRefEnt を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。基準値の設定画面が表示されます。

手順 3. 基準値は以下の 2 通りの方法で設定できます。

任意の基準値に設定する

数字キー等を使って主パラメータの基準値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続けて、従パラメータの基準値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

測定値を基準値に設定する

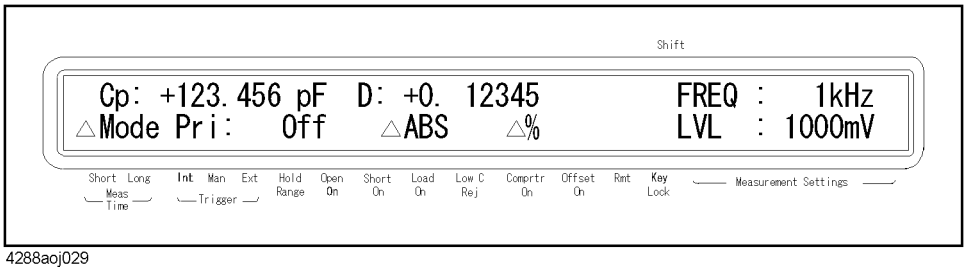
[Trig] キーを押すと、主パラメータ値が 1 回測定され、その結果が基準値の入力部分に表示されます。測定値に問題がなければ、**[Enter]** キーを押します。続けて、**[Trig]** キーを押して、従パラメータ測定値を表示させ、**[Enter]** キーを押します。

偏差表示方法（偏差計算式）の選択

手順 1. **[Δ Mode]**（**[青]** - **[Meas Prmtr]**）キーを押し、偏差測定モードのメニュー画面を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、Pri を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 5-11 のような主パラメータの偏差測定モード設定画面が表示されます。

図 5-11 主パラメータの偏差測定モード設定画面



4288aoj029

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、OFF、ΔABS、Δ% の中のいずれかを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

表 5-5 測定結果の偏差表示

	説明
OFF	測定結果（ ***Meas*** ）がそのまま表示されます。 （偏差測定モード・オフ）
ΔABS	測定結果（ ***Meas*** ）と基準値（ ***Ref*** ）との偏差（ ***Meas*** − ***Ref*** ）が表示されます。
Δ%	測定結果（ ***Meas*** ）と基準値（ ***Ref*** ）との偏差（ ***Meas*** − ***Ref*** ）が基準値に対するパーセンテージ（ $\frac{Meas-Ref}{Ref}\times 100$ ）で表示されます。

注記

GPIB コマンドで読み出される測定値は、上記の設定に従い、演算が行われた結果です。コンパレータ機能での判定時には、上記設定に関わりなく常に測定結果がそのまま使用されます。（図 6-1「データ処理フロー」（72 ページ）参照）

手順 4. **[↑ →]** キーを使って、Sec を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。従パラメータの偏差測定モード設定画面が表示されるので、主パラメータ同様に設定します。

偏差測定モードで表示されている時（ΔABS、Δ% を選択した時）は、ディスプレイ画面上のパラメータ表示の前に Δ が表示されます。

偏差測定モードとオフセット補正との違い

オフセット補正機能も、測定値から事前に設定した値を差し引く点では、偏差測定モードの機能と類似しています。以下に両機能の違いを示します。

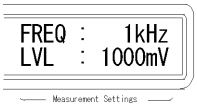
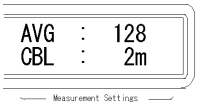
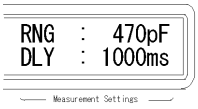
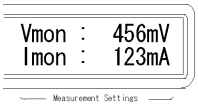
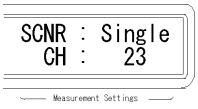
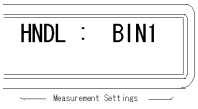
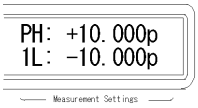
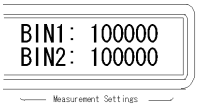
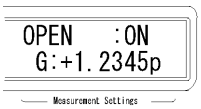
	用途	コンパレータへの影響
偏差測定モード	任意の値（公称値等）に対する測定値のずれ（偏差）を算出する場合に使用します。	影響なし。 常に測定結果がそのまま選別判定に使用されます。
オフセット補正	測定値を任意の値に近づける（同一試料を測定した場合の測定器間の測定値のずれを補正する等）場合に使用します。	影響あり。 この機能で補正された値が選別判定に使用されます。

偏差測定モードとオフセット補正が共にオンの場合は、まず、オフセット補正が実行され、その結果を測定結果として表 5-5（63 ページ）の計算式で算出された値が表示されます。（図 6-1「データ処理フロー」（72 ページ）参照）

機器設定表示エリアの表示項目の選択

ディスプレイ右側の機器設定を表示している部分（機器設定表示エリア）では、8 種類の異なる表示ページの中から選択することができます。各表示ページの説明を表 5-6 に示します。

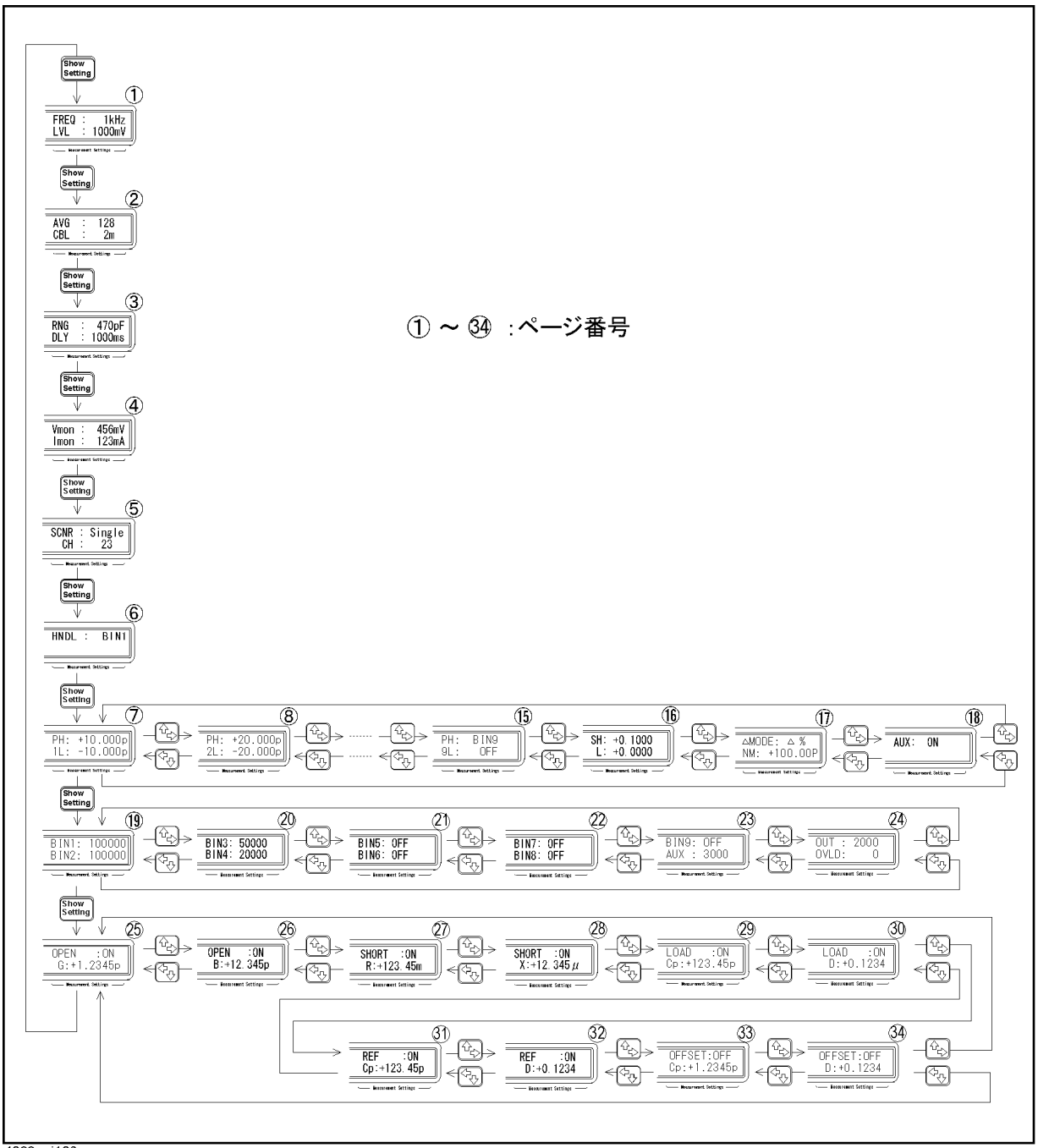
表 5-6　機器設定表示エリアの表示ページ

表示ページ番号	表示例	説明
1		FREQ の右横（上段）には、測定信号周波数の設定値が表示され、LVL の右横（下段）には、測定信号レベルの設定値が表示されます。
2		AVG の右横（上段）には、アベレージング回数の設定値が表示され、CBL の右横（下段）には、ケーブル長の設定値が表示されます。 GPIB コマンドでアベレージング機能がオフに設定されている場合、アベレージング回数の設定値は 1 と表示されます。
3		RNG の右横（上段）には、選択中の測定レンジが表示され、DLY の右横（下段）には、トリガ遅延時間の設定値が表示されます。
4		Vmon の右横（上段）には、測定信号レベルの電圧モニタ結果が表示され、Imon の右横（下段）には、電流モニタ結果が表示されます。 レベル・モニタ機能がオフに設定されている場合は、OFF と表示されます。
5		SCNR の右横（上段）には、マルチ補正時のロード補正用スタンダードの定義方法（Single: 全チャンネル共通、Multi: 各チャンネル毎）が表示され、CH の右横（下段）には、選択チャンネル番号が表示されます。 マルチ補正機能がオフに設定されている場合は、上段に OFF と表示されます。
6		ハンドラ出力（コンパレータの選別判定結果）が表示されます。コンパレータ機能がオフに設定されている場合は、上下段を使って COMP OFF と表示されます。 また、Low C が検出された場合は、上段に LowC と表示されます。
7 ～ 18		コンパレータ機能のリミット範囲の上限値（上段）と下限値（下段）が表示（全 12 ページの切り替え）されます。コンパレータ機能がオフに設定されている場合は、上下段を使って COMP OFF と表示され、ページの切り替えはできません。詳細は「選別判定条件の確認（表示）」(109 ページ）をご覧ください。
19 ～ 24		BIN カウント機能の各 BIN のカウント値が表示（全 6 ページの切り替え）されます。BIN カウント機能がオフに設定されている場合は、上段に OFF と表示され、ページの切り替えはできません。詳細は「BIN カウント値の表示」(114 ページ）をご覧ください。
25 ～ 34		補正データが表示（全 10 ページの切り替え）されます。詳細は「全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する」(90 ページ）をご覧ください。

設定手順

[Show Setting] キー（図 5-12 の縦方向の変更）と **[↑ →]** ／ **[←↓]** キー（図 5-12 の右／左方向の変更）を使って、希望のページを選択します。

図 5-12　機器設定表示エリアの表示ページ選択



4288aoj126

測定信号レベルをモニタする

測定信号レベルを表 5-7 に示すような設定でモニタすることができます。モニタ結果は、機器設定表示エリアに表示可能です。

表 5-7　レベル・モニタ

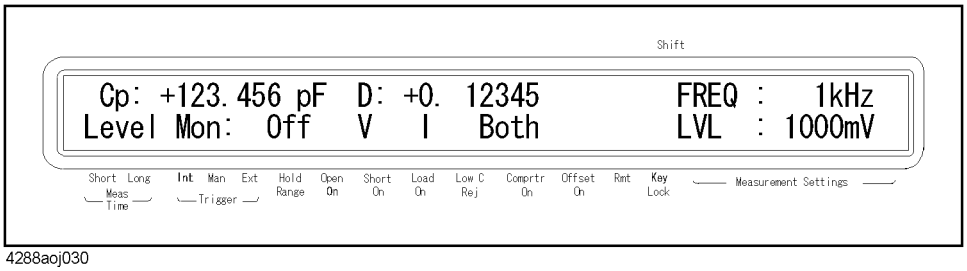
設定*1		モニタ対象　（❍: 対象、×: 非対象）	
		電圧レベル	電流レベル
モニタ・オフ（Off）		×	×
モニタ・オン	電圧のみ（V）	❍	×
	電流のみ（I）	×	❍
	電圧と電流（Both）	❍	❍

*1.（）内は図 5-13 の設定メニューの項目を示しています。

設定手順

手順 1. **[Level Mon]**（**[** 青 **]** - **[Show Setting]**）キーを押します。図 5-13 のようなレベル・モニタ機能の設定画面が表示されます。

図 5-13　レベル・モニタ設定画面



4288aoj030

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、設定したい項目を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

レベル・モニタ機能をオンに設定（V、I、または Both を選択）すると、機器設定表示エリアが、自動的にレベル・モニタ値を表示するページに変更されます。

ビープ音が発生する条件を設定する

ビープ音が鳴らされる条件は、表 5-8 に示すようにビープ・モードによって異なります。

表 5-8　ビープ音発生条件

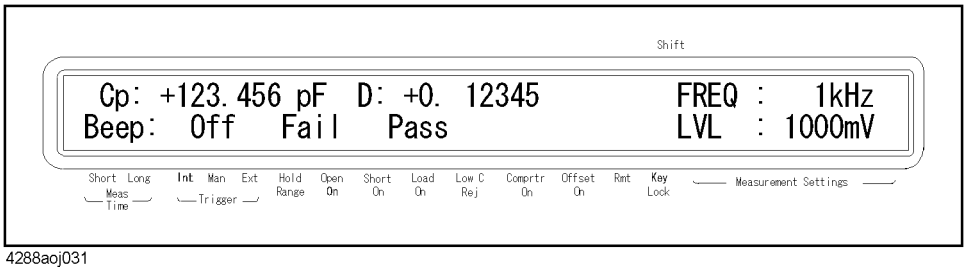
モード	ビープ音の発生する条件	
Off	いかなる場合もビープ音は鳴りません	
Fail	・ 誤ったキー操作を行った場合 ・ エラーや警告等のメッセージが出力された場合	・ コンパレータの選別判定結果が OUT_OF_BIN 又は AUX_BIN の場合
Pass		・ コンパレータの選別判定結果が BIN1 ～ BIN9 の場合

設定手順

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押します。図 4-1（39 ページ）のようなメニュー画面が表示されます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、Beep を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 5-14 のようなビープ音の設定画面が表示されます。

図 5-14　ビープ音設定画面



4288aoj031

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、設定したいビープ・モードを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

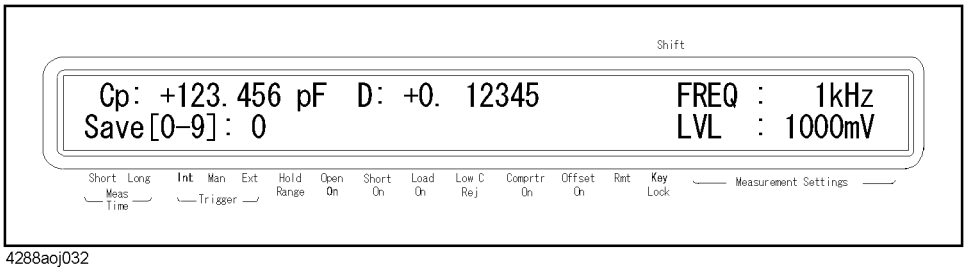
機器設定状態を保存／再現する（セーブ／リコール機能）

内蔵の不揮発性メモリ（EEPROM）を使って、最高 10 個の機器設定状態をセーブ／リコールすることができます。セーブ／リコールの対象となる機器設定については、表 C-1「初期設定値、セーブ／リコール対象設定、バックアップ対象設定一覧表」（185 ページ）をご覧ください。

機器設定状態を保存（セーブ）する

手順 1. **[Save]**（**[** 青 **]** - **[Rcl]**）キーを押します。図 5-15 のようなセーブ場所（0 ～ 9 の番号）の入力画面が表示されます。

図 5-15　セーブ実行画面



4288aoj032

手順 2. 数字キー等を使って希望する番号を入力し、**[Enter]** キーを押します。リコールする際に必要ですので、セーブ時の機器設定状態と入力番号の対応がわかるように記録しておくことをお勧めします。

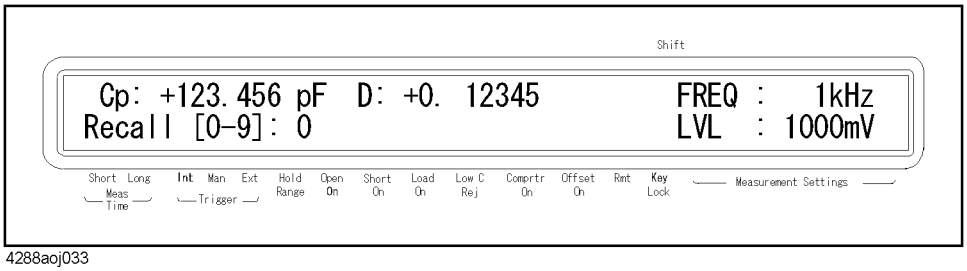
注記

指定したセーブ場所 (番号）に既に機器設定状態のデータが記録されている場合、新しいデータに上書きされ、既存のデータは消えてしまいます。必要なデータが記録されていないことを確認の上、セーブ番号を入力してください。

セーブされている機器設定状態を再現（リコール）する

手順 1. **[Rcl]** キーを押します。図 5-16 のようなリコール場所（0 ～ 9 の番号）の入力画面が表示されます。

図 5-16　リコール実行画面



4288aoj033

手順 2. 読み出したい機器設定状態がセーブされている場所の番号を数字キー等を使って入力し、**[Enter]** キーを押します。

第 6 章　正確な測定のための準備（補正の実行）

本章では、補正機能の概要と操作方法について解説します。

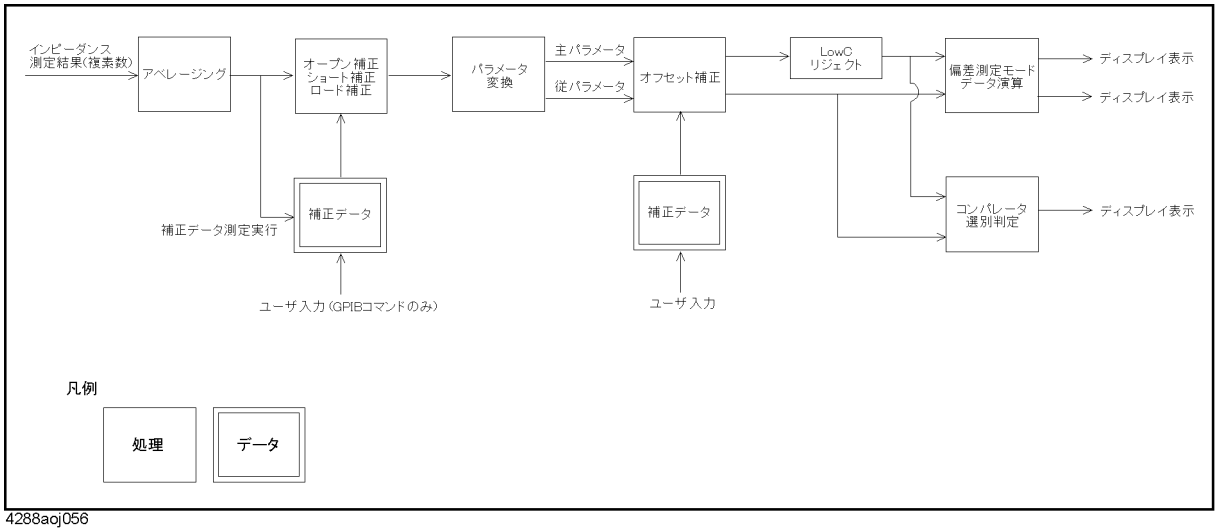
補正機能の概要

4288A は、オープン補正、ショート補正、ロード補正、およびオフセット補正の 4 種類の補正機能を備えています。下表に各補正機能について簡単に説明します。

補正の種類	説明
オープン補正	オープン状態でのアドミタンスをあらかじめ測定しておき、その結果得られたデータを基にテスト・フィクスチャの並列浮遊アドミタンスに起因する誤差を補正します。
ショート補正	ショート状態でのインピーダンスをあらかじめ測定しておき、その結果得られたデータを基にテスト・フィクスチャの直列残留インピーダンスに起因する誤差を補正します。
ロード補正	既知の値を持つスタンダードのインピーダンスをあらかじめ測定しておき、その結果得られたデータを基に、ケーブルやテスト・フィクスチャに起因する振幅／位相誤差やスキャナ等による複雑な誤差を補正します。
オフセット補正	ユーザが入力した任意の値を測定結果から差し引くことにより、ユーザが理想とする値に対する実際の測定値の誤差（既知のスタンダードの値とその測定値の差分、同一試料を測定したときの測定器間の差分等）を補正します。

図 6-1 に示すデータ処理フローのように、まず、インピーダンス測定結果（複素数）に対して、オープン／ショート／ロード補正が実行され、その結果をもとに主／従パラメータへの変換が行われます。次に、主／従パラメータ値（実数）に対してオフセット補正が行われます。

図 6-1　データ処理フロー



4288aoj056

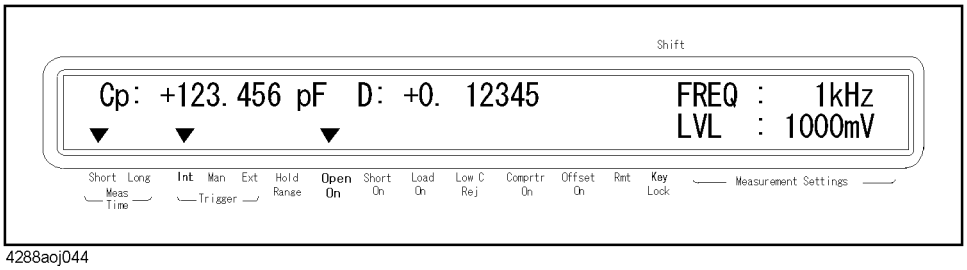
補正機能のオン／オフ

各補正機能は、それぞれ独立してオン／オフすることが可能です。

オープン補正をオンする

オープン補正のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Open On の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 6-2 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 6-2　オープン補正のオン／オフ状態表示（オン時）

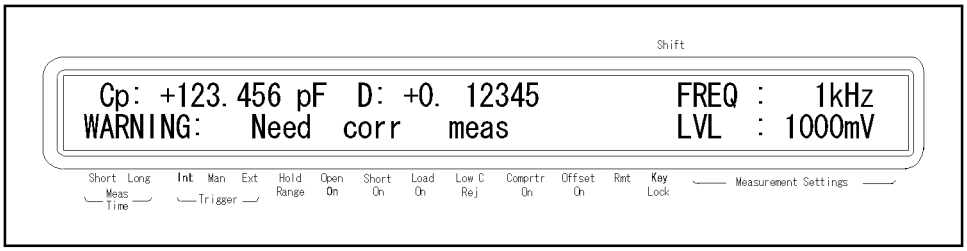


4288aoj044

注記

オープン補正がオンの時にケーブル長、または周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定が変更されると、図 6-3 のような警告メッセージが表示された後、自動的にオープン補正がオフに設定されます。

図 6-3　補正データの測定を促す警告メッセージ



4288aoj121

以下の 2 通りの方法で、オープン補正をオンに設定することができます。

オープン補正用データを測定する

オープン補正用データの測定が実行され、正常に測定が終了すると、自動的にオープン補正がオンに設定されます。オープン補正用データの測定手順は、「オープン補正用データを測定する」（46 ページ）をご覧ください。

オン／オフを直接設定する

以下の手順でオープン補正のオン／オフを設定できます。

手順 1. **[Open]**（**[青]** - **[4]**）キーを押し、オープン補正メニュー画面（図 4-10（46 ページ）参照）を表示させます。

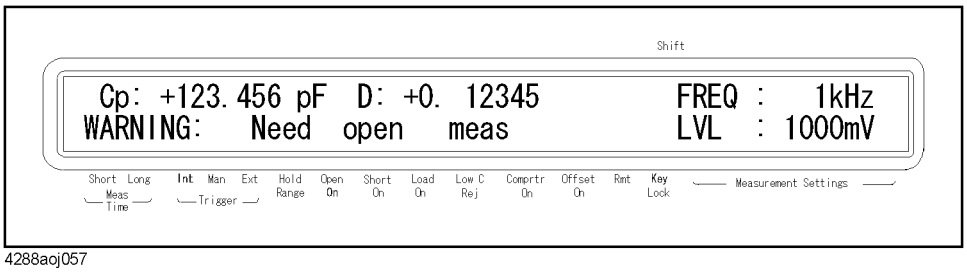
手順 2. **[↑ →]** キーを使って、On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。オープン補正のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

ケーブル長、および周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定がオープン補正用データを測定した際の設定と異なる場合に、オープン補正を上記手順でオンに設定すると、図 6-4 のような警告メッセージが表示されます。この警告メッセージが表示されても、オープン補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはオープン補正用データを（再）測定する必要があります。

図 6-4 **オープン補正用データの測定を促す警告メッセージ**

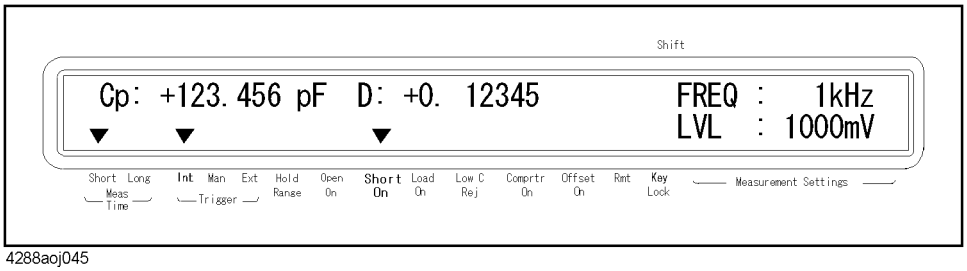


4288aoj057

ショート補正をオンする

ショート補正のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Short On の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 6-5 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 6-5 **ショート補正のオン／オフ状態表示（オン時）**



4288aoj045

注記

ショート補正がオンの時にケーブル長、または周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定が変更されると、図 6-3（73 ページ）のような警告メッセージが表示された後、自動的にショート補正がオフに設定されます。

以下の 2 通りの方法で、ショート補正をオンに設定することができます。

ショート補正用データを測定する

ショート補正用データの測定が実行され、正常に測定が終了すると、自動的にショート補正がオンに設定されます。ショート補正用データの測定手順は、「ショート補正用データを測定する」（48 ページ）をご覧ください。

オン／オフを直接設定する

以下の手順でショート補正のオン／オフを設定できます。

手順 1. **[Short]**（**[青]** - **[5]**）キーを押し、ショート補正メニュー画面（図 4-15（48 ページ）参照）を表示させます。

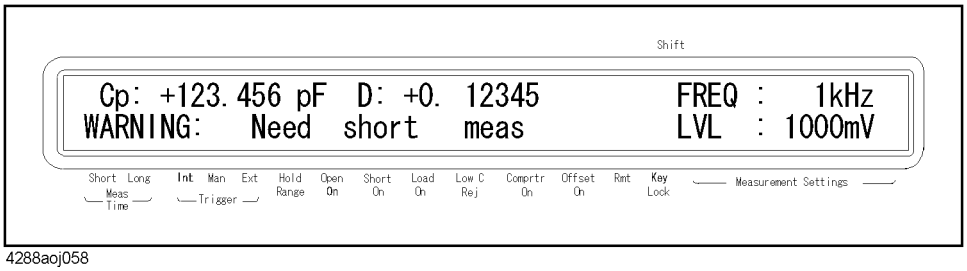
手順 2. **[↑ →]** キーを使って、On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。ショート補正のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

ケーブル長、および周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定がショート補正用データを測定した際の設定と異なる場合に、ショート補正を上記手順でオンに設定すると、図 6-6 のような警告メッセージが表示されます。この警告メッセージが表示されても、ショート補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはショート補正用データを（再）測定する必要があります。

図 6-6 **ショート補正用データの測定を促す警告メッセージ**

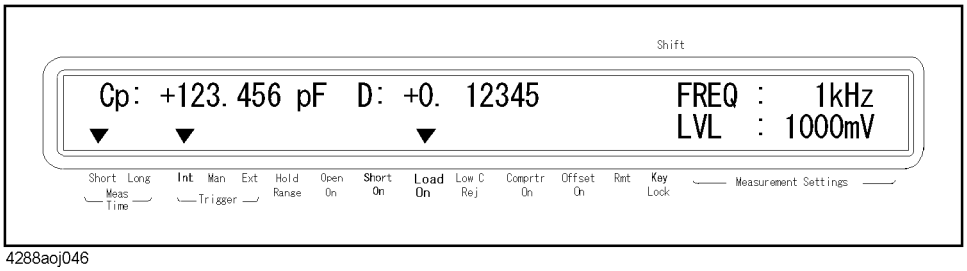


4288aoj058

ロード補正をオンする

ロード補正のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Load On の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 6-7 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 6-7 **ロード補正のオン／オフ状態表示（オン時）**



4288aoj046

注記

ロード補正がオンの時にケーブル長、または周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定が変更されると、図 6-3（73 ページ）のような警告メッセージが表示された後、自動的にロード補正がオフに設定されます。

以下の 2 通りの方法で、ロード補正をオンに設定することができます。

ロード補正データを測定する

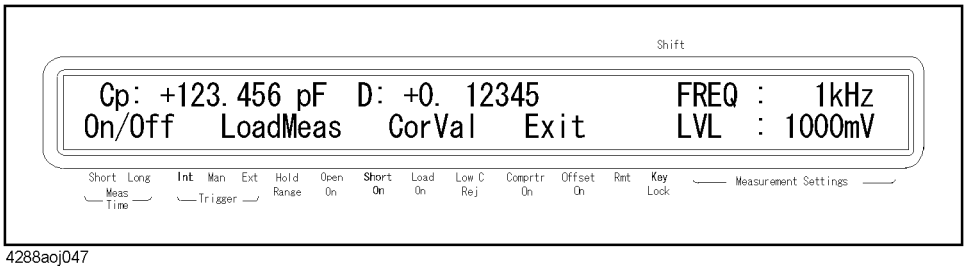
ロード補正用データの測定が実行され、正常に測定が終了すると、自動的にロード補正がオンに設定されます。ロード補正用データの測定手順は、「ロード補正用データを取得（測定）する」（81 ページ）をご覧ください。

オン／オフを直接設定する

以下の手順でロード補正のオン／オフを設定できます。

手順 1. **[Load]**（**[青]** - **[6]**）キーを押します。図 6-8 のようなロード補正メニュー画面が表示されます。

図 6-8　ロード補正メニュー画面



4288aoj047

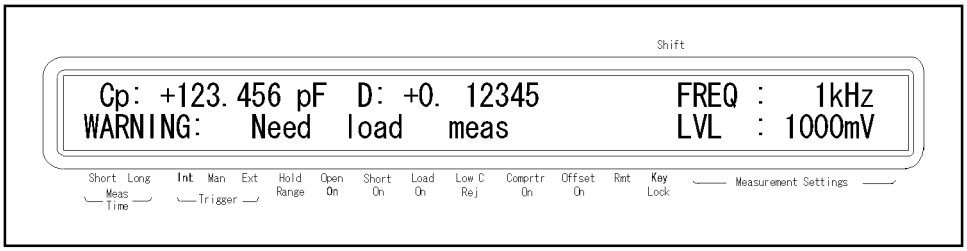
手順 2. **[↑ →]** キーを使って、On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。ロード補正のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

ケーブル長、および周波数シフト（測定周波数が 1 MHz の場合のみ）の設定がロード補正用データを測定した際の設定と異なる場合に、ロード補正を上記手順でオンに設定すると、図 6-9 のような警告メッセージが表示されます。この警告メッセージが表示されても、ロード補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはロード補正用データを（再）測定する必要があります。

図 6-9　ロード補正用データの測定を促す警告メッセージ

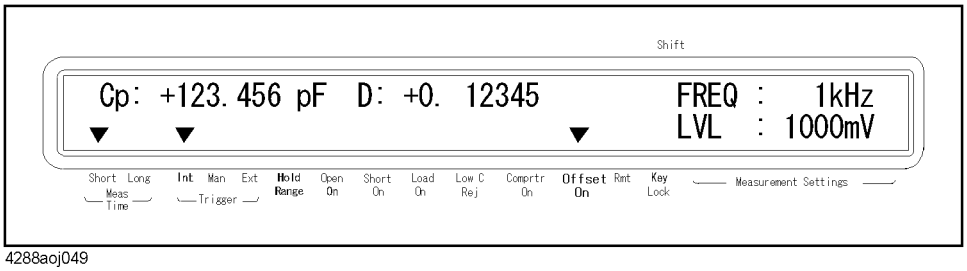


4288aoj048

オフセット補正をオンする

オフセット補正のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Offset On の上に▼印が表示されているか否かで示されています。図 6-10 のように▼印が表示されていればオンです。

図 6-10　オフセット補正のオン／オフ状態表示（オン時）



4288aoj049

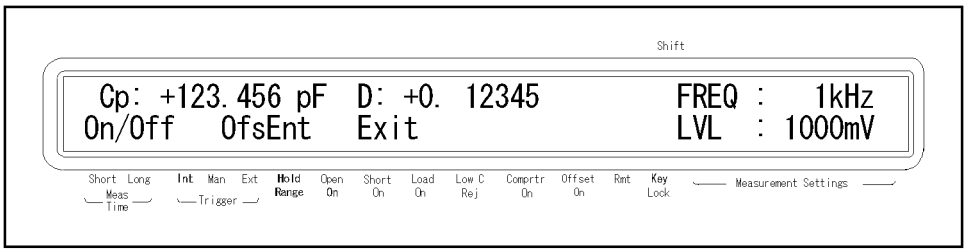
注記

オフセット補正がオンの時に測定パラメータの設定が変更されると、自動的にオフセット補正がオフに設定されます。

以下の手順でオフセット補正のオン／オフを設定できます。

手順 1. **[Offset]**（**[青]** - **[3]**）キーを押します。図 6-11 のようなオフセット補正メニュー画面が表示されます。

図 6-11　オフセット補正メニュー画面



4288aoj050

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。オフセット補正のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

主パラメータと従パラメータを個別にオン／オフすることはできません。ただし、オフセット補正がオンの場合でも、補正値を 0 に設定することにより、実質的にオフと同じ状態になりますので、どちらか一方のパラメータ用補正値を 0 に設定することにより、個別のオン／オフを実現できます。

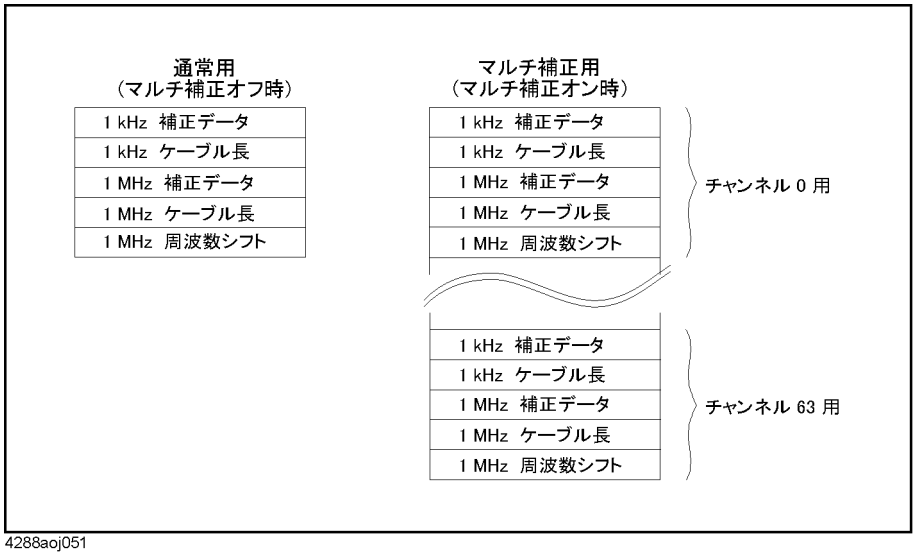
補正データの取得

オープン補正用データを取得（測定）する

データ構造

オープン補正用データは、図 6-12 で示すように通常用の 1 kHz と 1 MHz のデータ、およびマルチ補正用の各チャンネル（64 チャンネル分）のデータに分かれています。

図 6-12　オープン補正用データの構造



4288aoj051

測定されるデータ

オープン補正用データの測定を実行すると、実行時の測定周波数でのみ測定が行われ、その結果が、マルチ補正機能がオフの場合には、通常用のデータとして、マルチ補正機能がオンの場合には、マルチ補正用（実行時に選択されていたチャンネル用）のデータとして設定されます。

つまり、実行時の設定に応じて、下表に示すデータが設定されます。

マルチ補正	測定信号の周波数設定	データ
オフ	1 kHz	通常用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	通常用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト
オン	1 kHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト

データ測定時の測定条件

オープン補正用データは、以下の測定条件で測定されます。

- オート・レンジで測定されます。
- 測定時間はロング・モードで測定されます。
- Low C リジェクト機能はオフで測定されます。

上記以外は、実行時に設定されている測定条件で測定されます。

測定手順

[Open]（**[青]** - **[4]**）キーを押し、オープン補正メニュー画面（図 4-10（46 ページ）参照）を表示させた後、**[↑ →]** キーを使って、OpenMeas を点滅させ、**[Enter]** キーを押すと、オープン補正用データが測定されます。

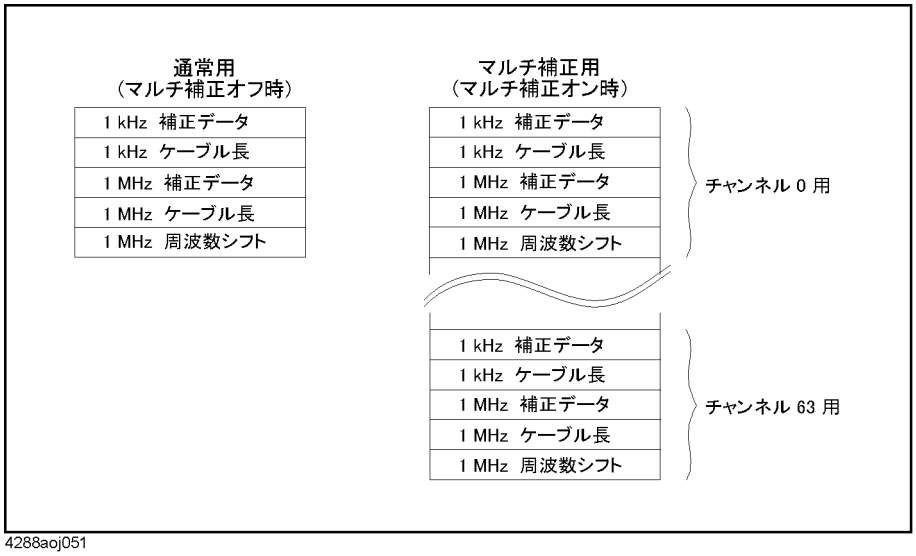
オープン補正用データの測定手順の詳細は、「オープン補正用データを測定する」（46 ページ）をご覧ください。

ショート補正用データを取得（測定）する

データ構造

ショート補正用データは、図 6-13 で示すように通常用の 1 kHz と 1 MHz のデータ、およびマルチ補正用の各チャンネル（64 チャンネル分）のデータに分かれています。

図 6-13　ショート補正用データの構造



4288aoj051

測定されるデータ

ショート補正用データの測定を実行すると、実行時の測定周波数でのみ測定が行われ、その結果が、マルチ補正機能がオフの場合には、通常用のデータとして、マルチ補正機能がオンの場合には、マルチ補正用（実行時に選択されていたチャンネル用）のデータとして設定されます。

つまり、実行時の設定に応じて、下表に示すデータが設定されます。

マルチ補正	測定信号の周波数設定	データ
オフ	1 kHz	通常用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	通常用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト
オン	1 kHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト

データ測定時の測定条件

ショート補正用データは、以下の測定条件で測定されます。

- オート・レンジで測定されます。
- 測定時間はロング・モードで測定されます。
- Low C リジェクト機能はオフで測定されます。
- 測定信号の出力インピーダンスは 20 Ω に固定されます。

上記以外は、実行時に設定されている測定条件で測定されます。

測定手順

[Short]（**[青]** - **[5]**）キーを押し、ショート補正メニュー画面（図 4-15（48 ページ）参照）を表示させた後、**[↑ →]** キーを使って、ShortMeas を点滅させ、**[Enter]** キーを押すと、ショート補正用データが測定されます。

ショート補正用データの測定手順の詳細は、「ショート補正用データを測定する」（48 ページ）をご覧ください。

ロード補正用データを取得（測定）する

ロード補正用スタンダードの準備

ロード補正用データを測定するためには、ロード補正用データ測定時のスタンダードとして用いるデバイスを用意する必要があります。スタンダードは、安定した既知の値を持つものであれば何でも用いることができます。スタンダードの種類と被測定試料の種類は同じである必要はありません。例えば、コンデンサを測定する場合でも、抵抗をスタンダードとして用いることができます。

既存のスタンダードを使用する場合

正確な値（仕様として保証されている）を持つデバイスを用意できる場合には、そのデバイスをスタンダードとして使用できます。

汎用 LCR 部品をスタンダードとして使用する場合

既存のスタンダードを用意できない場合には、汎用のコンデンサ、抵抗などのデバイスを高確度 LCR メータで値付けして、スタンダードとして使用します。以下に、スタンダードに使用するデバイスを選択する際の注意点を示します。

- 1つの決まったインピーダンス値の試料を測定する場合には、試料のインピーダンス値に近いインピーダンスを持つデバイスを用いて下さい。また、様々な値の試料を測定する場合には、インピーダンスが 100 ～ 1 kΩ程度の値付けが正確に行えるデバイスを用いてください。
- 温度、磁界など測定環境に影響されにくい安定したデバイスを用いてください。

スタンダードの値付けは、できるだけ正確に行う必要があります。以下に値付けの手順を示します。

手順 1. 高確度 LCR メータに直結型テスト・フィクスチャを接続し、オープン／ショート補正を実行します。

手順 2. 実際にロード補正用データを測定する際の周波数（1 kHz ／ 1 MHz）に、高確度 LCR メータの測定周波数を設定します。

手順 3. 高確度 LCR メータを高確度な値付け（測定）が行えるような測定条件に設定（測定時間を Long モードに設定する、アベレージング回数を増やす、など）します。

手順 4. スタンダードとして使用するデバイスを直結型テスト・フィクスチャに接続して測定を行い、得られた測定値をロード補正用スタンダードの値とします。

ロード補正用スタンダードの定義（ロード基準値の設定）

ロード補正用データを測定する前に、ロード補正用スタンダードの値を定義しておく必要があります。ロード補正用スタンダードは、以下のパラメータの組み合わせで定義できます。

表 6-1　ロード補正用スタンダードの定義パラメータ

主パラメータ	従パラメータ
Cp	D, Q, G, Rp
Cs	D, Q, Rs

抵抗スタンダード使用時の定義方法

抵抗スタンダード（*R-X*形式で値付けされたスタンダード）をロード補正用スタンダードとして使用する場合、4288A は *R-X*形式の値をそのまま定義値として入力できないので、*Cs-Rs* 形式に変換する必要があります。以下にその変換式を示します。

数式 6-1 ***R-X*形式で値付けされたスタンダードの変換式**

$$Rs = R$$

$$Cs = -\frac{1}{2\pi fX}$$

ここで、*f* は測定周波数です。

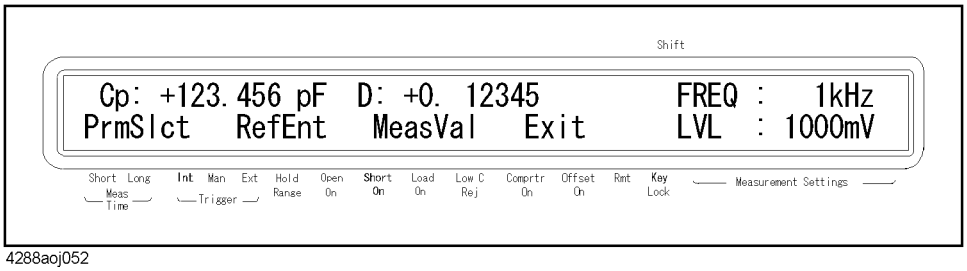
定義手順

以下にロード補正用スタンダード値の定義手順を示します。

手順 1. **[Load]**（**[青]** - **[6]**）キーを押し、ロード補正メニュー画面（図 6-8 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 6-14 のようなロード補正用スタンダード設定のメニュー画面が表示されます。

図 6-14 **ロード補正用スタンダード設定メニュー画面**



4288aoj052

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、PrmSlct を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。定義パラメータの選択画面が表示されます。

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って選択したい主パラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。さらに、**[↑ →]** キーを使って選択したい従パラメータを点滅させ、**[Enter]** キーを押すと、ロード補正用スタンダード設定のメニュー画面に戻ります。

手順 5. **[↑ →]** キーを使って、RefEnt を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。定義値の設定画面が表示されます。

手順 6. 数字キー等を使って主パラメータの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続けて、従パラメータの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

入力した値は、実行時の設定に応じて、下表に示すデータが設定されます。

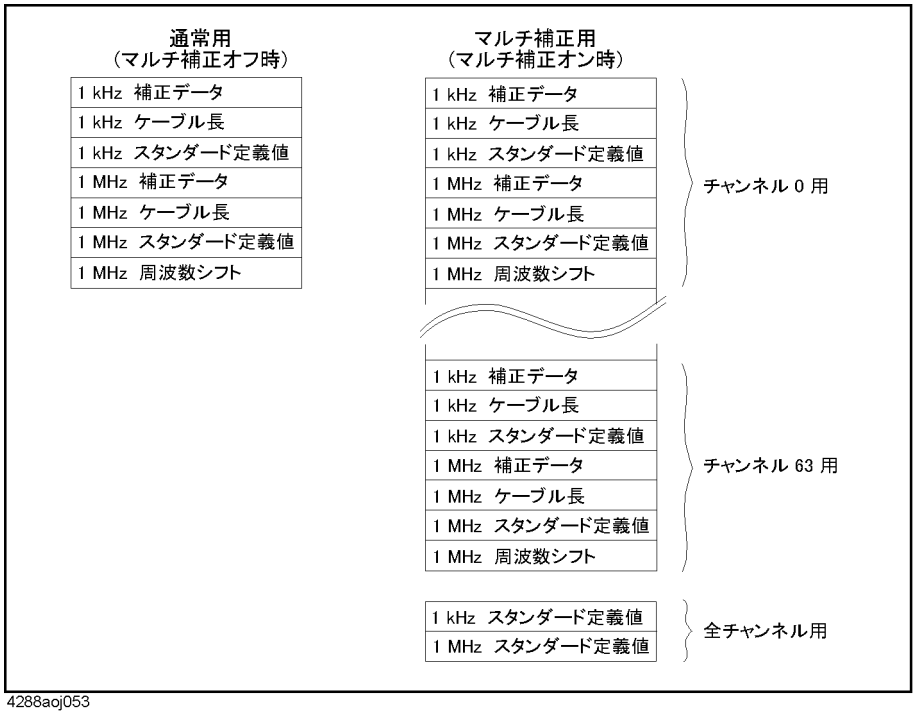
マルチ補正の設定		測定信号の周波数設定	設定されるデータ
オン／オフ	ロード・スタンダード値の定義方法		
オフ	―――	1 kHz	通常用の 1 kHz 定義値
		1 MHz	通常用の 1 MHz 定義値
オン	全チャンネル共通	1 kHz	マルチ補正の全チャンネル用の 1 kHz 定義値
		1 MHz	マルチ補正の全チャンネル用の 1 MHz 定義値
	チャンネル毎	1 kHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 kHz 定義値
		1 MHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 MHz 定義値

ロード補正用データの測定

データ構造

ロード補正用データは、図 6-15 で示すように通常用の 1 kHz と 1 MHz のデータ、およびマルチ補正用の各チャンネル（64 チャンネル分）のデータに分かれており、各データは補正データ、ケーブル長、スタンダード定義値、周波数シフト（1 MHz のみ）で構成されています。

図 6-15　ロード補正用データの構造



4288aoj053

測定されるデータ

ロード補正用データの測定を実行すると、実行時の測定周波数でのみ測定が行われ、その結果、および測定時のケーブル長と周波数シフト（1 MHz の場合）の設定が、マルチ補正機能がオフの場合には、通常用のデータとして、マルチ補正機能がオンの場合には、マルチ補正用（実行時に選択されていたチャンネル用）のデータとして設定されます。

つまり、実行時の設定に応じて、下表に示すデータが設定されます。

マルチ補正	測定信号の周波数設定	データ
オフ	1 kHz	通常用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	通常用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト
オン	1 kHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 kHz 補正データと 1 kHz ケーブル長
	1 MHz	マルチ補正の測定時点に選択されているチャンネル用の 1 MHz 補正データ、1 MHz ケーブル長、および 1 MHz 周波数シフト

データ測定時の測定条件

ロード補正用データは、以下の測定条件で測定されます。

- オート・レンジで測定されます。
- 測定時間はロング・モードで測定されます。
- Low C リジェクト機能はオフで測定されます。

上記以外は、実行時に設定されている測定条件で測定されます。

測定手順

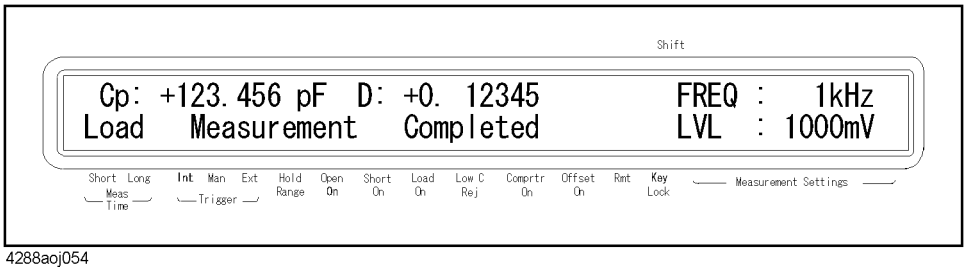
手順 1. ロード補正用スタンダードをテスト・フィクスチャに接続します。

手順 2. **[Load]**（**[青]** - **[6]**）キーを押し、ロード補正メニュー画面（図 6-8 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、LoadMeas を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。ロード補正用データの測定が実行されます。

ロード補正用データの測定が正常に終了すると、測定されたデータが数秒間表示された後、図 6-16 のようなメッセージが数秒間表示されます。

図 6-16　ロード補正用データの測定終了後の画面（正常に終了した場合）



4288aoj054

ロード補正用スタンダードの測定値と定義値が 10 % 以上異なり、ロード補正用データとして不適切な場合は、測定データの表示前に、図 6-22（91 ページ）に示すような警告メッセージが表示されます。

注記

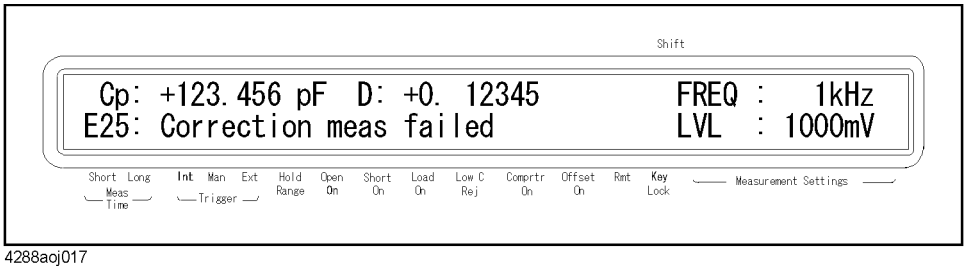
この警告メッセージが表示されても、ロード補正用データはそのまま使用されますが、テスト・フィクスチャと UNKNOWN 端子との接続および、測定手順に誤りがないかを確認されることをお勧めします。

また、補正用データの測定中に測定異常が発生した場合は、図 6-16 のメッセージではなく、図 6-17 のようなエラー・メッセージが表示されます。

注記

このエラーが発生した場合、補正用データは、測定前のまま変更されません。

図 6-17　ロード補正用データの測定終了後の画面（測定異常が発生した場合）



4288aoj017

オフセット補正用データを設定する

オフセット補正用データは、ユーザが適切な値を求めて設定します。

オフセット補正がオンの場合、補正前の測定値が*Meas*、オフセット補正用データが*Offset*の時には、測定値は*Meas*－*Offset*に補正されます。したがって、ユーザの希望する値に測定結果が補正されるようにするためには、ユーザの希望する値と測定結果の差分をオフセット補正用データとして設定します。例えば、現在の主パラメータの測定値が 1.012 nF の場合に、測定値が 1.000 nF に補正されるようにするためには、主パラメータのオフセット補正用データを 12 pF に設定します。

オフセット補正用データは、図 6-18 に示すように主パラメータと従パラメータのそれぞれについて、1 kHz と 1 MHz のデータに分かれています。

図 6-18　オフセット補正用データの構造

設定手順

手順 1. **[Offset]**（**[青]** - **[3]**）キーを押し、オフセット補正メニュー画面（図 6-11 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、OfsEnt を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。オフセット補正用データの設定画面が表示されます。

手順 3. 数字キー等を使って主パラメータ用の補正データの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続けて、従パラメータ用の補正データの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

入力した値は、入力時の測定周波数用のオフセット補正用データとして設定されます。

補正データの確認（表示）／設定

オープン補正用データを確認（表示）／設定する

オープン補正用データは、G-B 形式または Cp-G 形式でディスプレイに表示して確認可能です。

オープン補正用データの設定は、GPIB コマンドからのみ実行可能で、フロント・パネルからは実行できません。GPIB コマンドでオープン補正用データを設定する方法については、プログラミング解説書をご覧ください。

オープン補正用データ（6 桁）のみを表示する

[Open]（**[青]** - **[4]**）キーを押し、オープン補正メニュー画面（図 4-10（46 ページ）参照）を表示させた後、**[↑ →]** キーを使って、MeasVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押すと、G（コンダクタンス）の値が表示されます。再度、**[Enter]** キーを押すと B（サセプタンス）の値が表示されます。

オープン補正用データの表示手順の詳細は、「オープン補正用データを確認する」（47 ページ）をご覧ください。

測定結果と共にオープン補正用データ（5 桁）を表示する

「全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する」（90 ページ）をご覧ください。

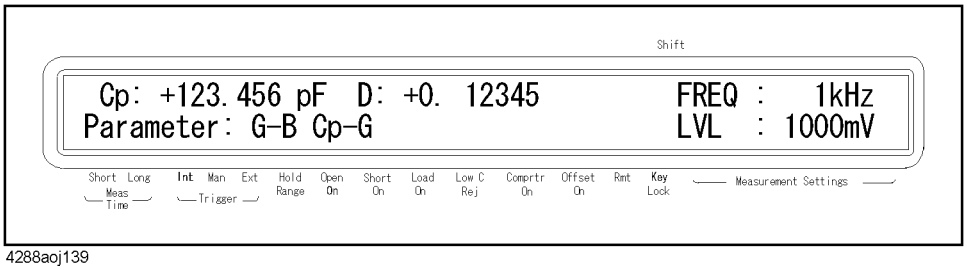
パラメータ形式を選択する

手順 1. **[Open]**（**[青]** - **[4]**）キーを押し、オープン補正メニュー画面（図 4-10（46 ページ）参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、オープン補正用データのメニュー画面（図 4-14（47 ページ）参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、PrmSlct を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 6-19 のようなオープン補正データのパラメータ形式の選択画面が表示されます。

図 6-19　オープン補正データのパラメータ形式選択画面



4288aoj139

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って選択したいパラメータ形式を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

ショート補正用データを確認（表示）／設定する

ショート補正用データは、R-X 形式でディスプレイに表示して確認可能です。

ショート補正用データの設定は、GPIB コマンドからのみ実行可能で、フロント・パネルからは実行できません。GPIB コマンドでショート補正用データを設定する方法については、プログラミング解説書をご覧ください。

ショート補正用データ（6 桁）のみを表示する

[Short]（**[青]** - **[5]**）キーを押し、ショート補正メニュー画面（図 4-15（48 ページ）参照）を表示させた後、**[↑ →]** キーを使って、MeasVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押すと、R（抵抗）の値が表示されます。再度、**[Enter]** キーを押すと X（リアクタンス）の値が表示されます。

ショート補正用データの表示手順の詳細は、「ショート補正用データを測定する」（48 ページ）をご覧ください。

測定結果と共にショート補正用データ（5 桁）を表示する

「全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する」（90 ページ）をご覧ください。

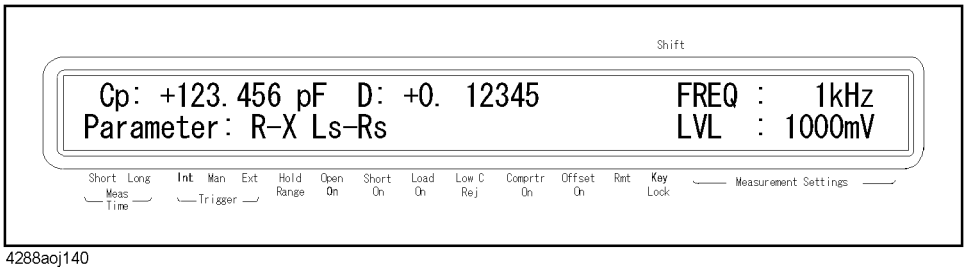
パラメータ形式を選択する

手順 1. **[Short]**（**[青]** - **[5]**）キーを押し、ショート補正メニュー画面（図 4-15（48 ページ）参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、ショート補正用データ表示のメニュー画面（図 4-19（49 ページ）参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、PrmSlct を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 6-20 のようなショート補正データのパラメータ形式の選択画面が表示されます。

図 6-20　ショート補正データのパラメータ形式選択画面



4288aoj140

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って選択したいパラメータ形式を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

ロード補正用データを確認（表示）／設定する

ロード補正用データは、ロード補正用スタンダードの定義パラメータ形式でディスプレイに表示して確認可能です。

ショート補正用データの設定は、GPIB コマンドからのみ実行可能で、フロント・パネルからは実行できません。GPIB コマンドでショート補正用データを設定する方法については、プログラミング解説書をご覧ください。

ロード補正用データ（6 桁）のみを表示する

手順 1. **[Load]**（**[青]** - **[6]**）キーを押し、ロード補正メニュー画面（図 6-8（76 ページ）参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、CorVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、ロード補正用スタンダード設定メニュー画面（図 6-14（82 ページ）参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キーを使って、MeasVal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。主パラメータの値が表示されます。

手順 4. **[Enter]** キーを押します。従パラメータの値が表示されます。

手順 5. **[Enter]** キーを押します。ロード補正用スタンダード設定メニュー画面に戻ります。

測定結果と共にロード補正用データ（5 桁）を表示する

「全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する」（90 ページ）をご覧ください。

表示パラメータ形式を選択する

ロード補正用データの表示パラメータ形式は、ロード補正用スタンダードの定義パラメータ形式に依存しており、独立して選択することはできません。

ロード補正用スタンダードの定義パラメータ形式の選択方法は、「ロード補正用スタンダードの定義（ロード基準値の設定）」（81 ページ）をご覧ください。

全補正データを一連の操作で順々に確認（表示）する

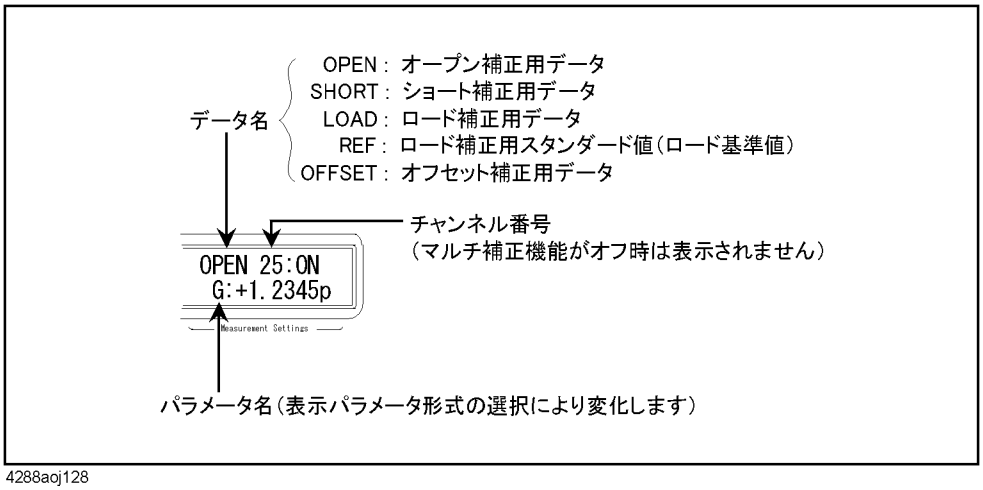
オープン／ショート／ロード補正用データ、ロード補正用スタンダード定義、およびオフセット補正用データは、機器設定表示エリアに表示して確認可能です。

以下に確認手順を示します。

手順 1. 機器設定表示エリアに補正データ表示ページが表示されるまで、**[Show Setting]** キーを押します。

手順 2. **[↑ →]** キー、または **[←↓]** キーを使って、オープン／ショート／ロード補正用データ、ロード補正用スタンダード定義、およびオフセット補正用データの表示を切り換えます。

図 6-21　補正データの表示



4288aoj128

補正データ取得時の作業ミスの防止

オープン／ショート／ロード補正用のデータを測定する際の単純な作業ミス（オープン状態とショート状態を逆に設定する等）を防止するために、測定データが適正であるか否かをチェックすることは有効な方法です。

警告メッセージを利用する

オープン／ショート／ロード補正用のデータを測定する際、測定データが表 6-2 に示す適正範囲に入らなかった場合には、図 6-22 のような警告メッセージが表示されますので、測定データの異常を検出できます。

注記

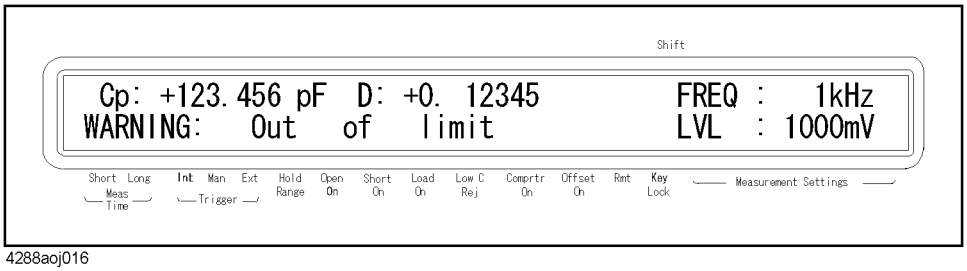
適正範囲は固定で変更できません。警告メッセージは数秒間表示された後、自動的に消えてしまいますので、見落とさないように注意が必要です。また、警告メッセージが表示された場合でも、補正データはそのまま使用されます。

表 6-2　補正データの適正範囲

補正の種類	適正範囲
オープン補正	|Y| < 20 µS
ショート補正	|Z| < 20 Ω
ロード補正	|Zref| × 0.9 < |Z| < |Zref| × 1.1

表 6-2 で、Y はアドミタンスの測定値、Z はインピーダンスの測定値、Zref はロード補正用スタンダードの定義値です。

図 6-22　補正データ測定終了後の画面（データが適正範囲を越えた場合）



4288aoj016

測定データを直接確認する

オープン／ショート／ロード補正用の測定データは、ディスプレイ表示可能ですので、補正データの測定終了後にデータを表示させ、その値が適正な値か否かを確認します。また、外部コントローラと GPIB コマンドを使用すれば、補正データが適正か否かを判断し、不適正な値であれば、補正データの測定を再実行するようにプログラミングすることもできます。

補正データの表示方法については、「補正データの確認（表示）／設定」（87 ページ）をご覧ください。また、外部コントローラと GPIB コマンドを利用した補正データのチェック方法については、プログラミング解説書をご覧ください。

第 7 章　測定の実行

本章では、トリガを掛けて測定を開始する方法と測定上の有効な情報について解説します。

測定開始（トリガ）

トリガを掛ける（測定を開始する）方法は、以下のようにトリガ・モードの設定により異なります。

表 7-1　トリガ・モード

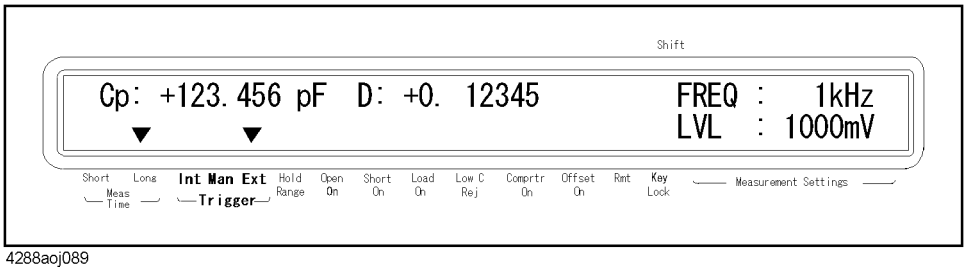
トリガ・モード	トリガの掛け方
内部トリガ（Int）	内部トリガで自動的に掛かります。
手動トリガ（Man）	フロント・パネルの **[Trig]** キーを押すと、トリガが掛かります。
外部トリガ（Ext）	Ext Trig 端子、ハンドラ・インタフェース、またはスキャナ・インタフェースを用いて外部からトリガ信号を入力すると、トリガが掛かります。

トリガ・モードは、**[Trig Mode]** キーを押すたびに切り替わります。

トリガ・モードの設定状態は、機器表示ラベルの Trigger 部分に表示されます。Int、Man、Ext の内、上に ▼ 印が表示されているものが、現在のトリガ・モードです。ただし、GPIB コマンドのみで設定可能な GPIB トリガ（Bus）モード（プログラミング解説書参照）に設定されている場合は、▼ 印は表示されません。

図 7-1 は外部トリガ・モードが選択されている場合の例です。

図 7-1　トリガ・モードの状態表示（外部トリガ・モード時）



4288aoj089

自動的に連続で測定する

Int の上に▼印が表示されるまで、**[Trig Mode]** キーを押し、トリガ・モードを内部トリガ・モードに設定します。

内部トリガ信号で自動的にトリガが掛かり、測定が繰り返されます。

任意のタイミングで測定する

手動でトリガを掛ける

手順 1. Man の上に▼印が表示されるまで、**[Trig Mode]** キーを押し、トリガ・モードを手動トリガ・モードに設定します。

手順 2. 任意のタイミングで、**[Trig]** キーを押すと、測定が 1 回行われます。

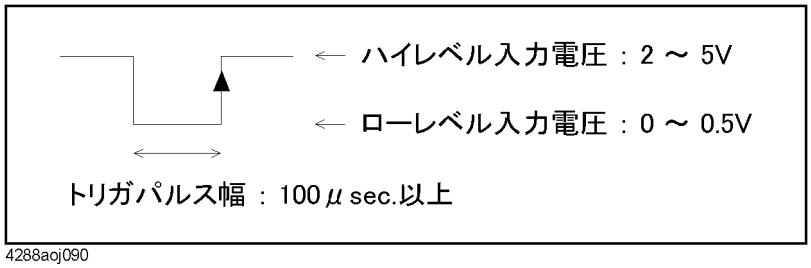
手順 3. 測定を繰り返す場合は、手順 2 を繰り返します。

外部信号でトリガを掛ける

手順 1. Ext の上に▼印が表示されるまで、**[Trig Mode]** キーを押し、トリガ・モードを外部トリガ・モードに設定します。

手順 2. 任意のタイミングで、リア・パネルの Ext Trig 端子、またはハンドラ／スキャナ・インタフェースの EXT_TRIG からトリガ信号（TTL パルス信号）を入力すると、測定が 1 回行われます。

リア・パネルの Ext Trig 端子から入力する場合のトリガ信号の条件（入力電圧、パルス幅等）は、以下の通りです。



4288aoj090

手順 3. 測定を繰り返す場合は、手順 2 を繰り返します。

トリガ信号入力時の注意点

トリガ信号入力後、測定が終了する前（/EOM 信号が Low になる前）までは、トリガ信号を入力しても無視されます。

- ❏ トリガが続けて 2 回入力された場合（ダブル・トリガ）は、1 回目のトリガのみ有効です。
- ❏ 測定終了後のディスプレイ表示の更新中に入力されたトリガは有効です。

精度良い測定のためのヒント

測定確度を向上するためには、以下に示すような方法が考えられます。

測定時間をロング・モードに設定する

測定時間を測定確度の良いロング・モードに設定します。

設定手順は「測定時間を選択する」(56 ページ）をご覧ください。

適切な測定レンジを選択する

固定レンジ・モードで測定する場合は、推奨測定範囲（表 12-2（155 ページ)、表 12-3（155 ページ）参照）内で測定されるように、測定レンジ選択します。

設定手順は「測定レンジを選択する」(54 ページ）をご覧ください。

補正機能を使用する

オープン補正は測定ケーブルやテスト・フィクスチャの並列浮遊アドミッタンスに起因する誤差を除去します。

ショート補正は測定ケーブルやテスト・フィクスチャの直列残留インピーダンスに起因する誤差を除去します。

ロード補正は、測定ケーブルやテスト・フィクスチャの振幅／位相誤差やスキャナ等に起因する複雑な誤差を除去します。

詳細は第 6 章「正確な測定のための準備（補正の実行)」をご覧ください。

安定に測定する

ノイズの多い測定環境下では、アベレージングを行うことにより、アベレージングなしの場合に比べて、信頼性の高い測定結果を得ることができます。

設定手順は「アベレージング回数を設定する」(58 ページ）をご覧ください。

コンタクト時のチャタリングを回避して測定する

コンタクト・ピンと試料の接触時のチャタリングによる測定誤差を避けるために、トリガが掛かってから測定開始までの待ち時間（トリガ遅延時間）を設定します。

設定手順は「トリガ遅延時間を設定する」(59 ページ）をご覧ください。

4 端子対で測定する

4 端子対測定を行うと測定誤差を削減できます。

詳細は「4 端子対測定の原理」(208 ページ）をご覧ください。

測定スピードを向上する（スループットを上げる）ためのヒント

測定スピードを向上するためには、以下に示すような方法が考えられます。

測定時間をショート・モードに設定する

測定時間を測定時間の短いショート・モードに設定します。

設定手順は「測定時間を選択する」（56 ページ）をご覧ください。

測定レンジ・モードを固定レンジに設定する

測定レンジ・モードをオート・レンジに設定していると、レンジング時間が必要なため測定時間が長くなってしまうので、固定レンジに設定します。

設定手順は「測定レンジを選択する」（54 ページ）をご覧ください。

ディスプレイ表示の設定を最適化する

ディスプレイ上の書き換えの必要な項目を減らす（無くす）ことにより、測定時間を短くできます。測定結果表示をオフに設定すると、最も効果があります。測定結果表示がオンの場合は、機器設定表示エリアの表示ページにより測定時間に差がありますので、「測定時間」（161 ページ）を参考にして、適切なページを選択します。

測定結果表示のオン／オフ手順は「表示をオン／オフする」（60 ページ）をご覧ください。また、機器設定表示エリアの表示ページの選択手順は「機器設定表示エリアの表示項目の選択」（65 ページ）をご覧ください。

アベレージング回数を減らす

アベレージング機能を使用する場合は、アベレージング回数を必要最小限に設定します。

設定手順は「アベレージング回数を設定する」（58 ページ）をご覧ください。

トリガ遅延時間を 0 にする

トリガ遅延機能を使用する必要がない場合は、トリガ遅延時間の設定が 0 になっていることを確認します。

確認手順は「機器設定表示エリアの表示項目の選択」（65 ページ）をご覧ください。また、設定手順は「トリガ遅延時間を設定する」（59 ページ）をご覧ください。

第 8 章　測定結果による選別（コンパレータ機能）

本章では、測定結果に応じて選別する機能（コンパレータ機能）の使用方法について解説します。

コンパレータ機能の概要

4288A のコンパレータ機能は、主パラメータに対して最高 9 組 (BIN1 ～ BIN9)、従パラメータに対して 1 組のリミット範囲を設定し、BIN1 ～ BIN9、OUT_OF_BINS、AUX_BIN の最高 11 種類に選別することができます。また、簡単な良否判定だけ行い、BIN 選別が不要な場合は、コンパレータ機能において、主パラメータに対して 1 組 (BIN1) のみ（必要であれば、従パラメータに対しても 1 組）のリミット範囲を設けると、試料の測定結果が指定したリミット範囲内に入っているか否かを判定できます。

主パラメータのリミット上／下限値は、絶対値で指定するだけでなく、基準値（ノミナル値）に対する相対的な値（偏差）で指定することもできます。

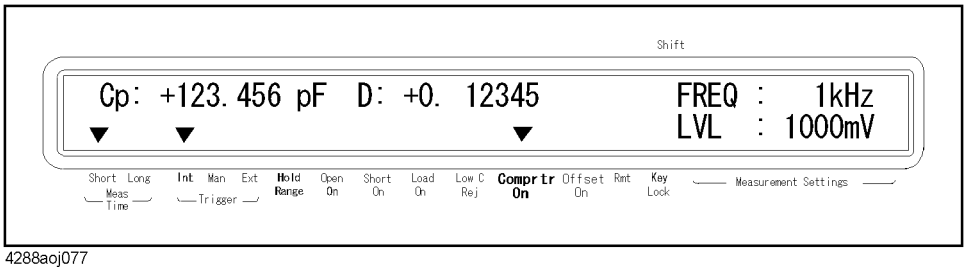
コンパレータ機能による選別判定の結果は、ディスプレイ画面に表示されると共に、ハンドラ・インタフェースから出力されます。また、外部コントローラから GPIB コマンドを使って、測定値と共に選別判定の結果を読み出すこともできます。

BIN カウント機能を使用すると、各 BIN に選別された個数をカウントし、ディスプレイ画面に表示したり、GPIB コマンドで読み出すこともできます。

コンパレータ機能のオン／オフ

コンパレータ機能のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Comprtr On の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 8-1 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 8-1　コンパレータ機能のオン／オフ状態表示（オン時）



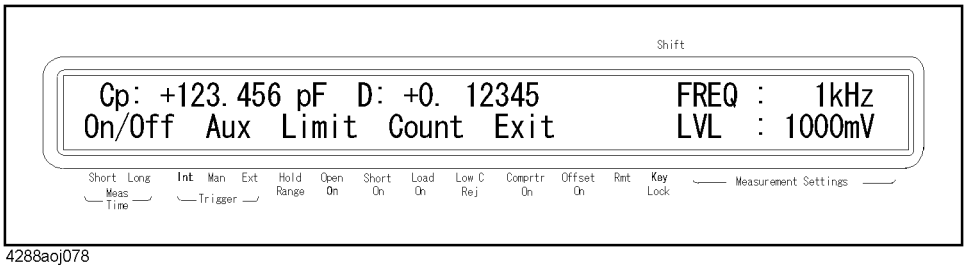
4288aoj077

コンパレータ機能のオン／オフは、ハンドラ・インタフェースの信号出力のオン／オフも同時に制御します。

設定手順

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押します。図 8-2 のようなコンパレータ機能の設定画面が表示されます。

図 8-2　コンパレータ機能設定画面



4288aoj078

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。コンパレータ機能のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

注記

コンパレータ機能をオンに設定すると、機器設定表示エリアの表示ページが自動的にコンパレータ選別結果を表示するページ（ページ番号 :6）に変更されます。

選別判定条件の設定

リミット範囲のクリア（リセット）

リミット範囲のクリアを実行すると、以下に示す項目の設定が、工場出荷時の初期値（表 C-1（185 ページ）参照）に戻ります。

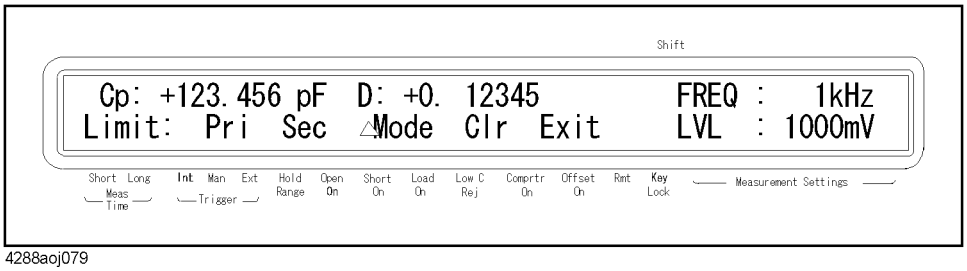
- 全てのリミット範囲（BIN1 ～ BIN9、従パラメータのリミット範囲）のオン／オフ、下限値、上限値
- リミット範囲指定方法
- トレランス・モード用基準値

実行手順

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Limit を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 8-3 のようなリミット設定のメニュー画面が表示されます。

図 8-3 **リミット設定メニュー画面**



4288aoj079

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って Clr を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。クリア実行の確認画面が表示されます。

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って Yes を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

リミット範囲の指定方法の選択

主パラメータ（BIN1 ～ BIN9）のリミット範囲の指定方法は 2 種類あります。一方は、リミット境界値を絶対値で指定する方法 (アブソリュート・モード）で、もう一方は、基準値（ノミナル値）からの相対的な値（偏差）で指定する方法 (トレランス・モード) です。さらに、トレランス・モードには、偏差を絶対値で指定する方法（アブソリュート・トレランス・モード）と偏差を基準値に対するパーセンテージで指定する方法（パーセント・トレランス・モード）です。

注記　従パラメータのリミット範囲の指定方法はアブソリュート・モードのみです。

リミット範囲指定方法と基準値の設定手順

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Limit を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、リミット設定メニュー画面（図 8-3 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って ΔMode を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。リミット範囲設定モードの選択画面が表示されます。

手順 4. 点滅しているモード（画面上の表示とモードの対応は下表の通り）が、現在の設定です。**[↑ →]** キーを使って、設定したいモードを点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

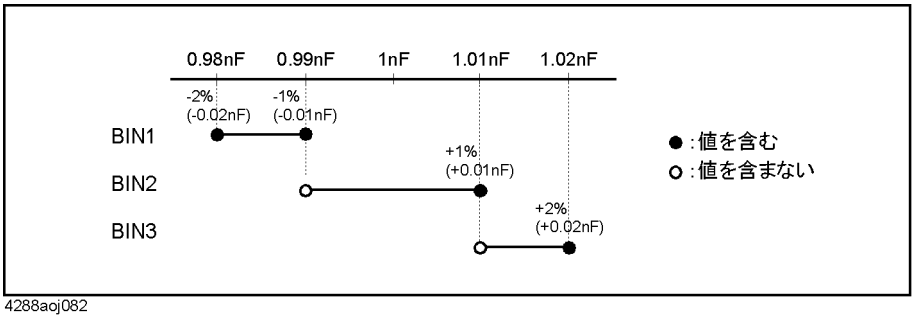
	モード	
Off	アブソリュート・モード	
ΔABS	トレランス・モード	アブソリュート・トレランス・モード
Δ%		パーセント・トレランス・モード

手順 5. アブソリュート・モードを選択した場合は、以上で終了です。トレランス・モードを選択した場合は、基準値の設定画面が表示されるので、数字キー等を使って基準値の値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

リミット範囲指定方法と設定値の関係

図 8-4、図 8-5 のようにリミット範囲を設定する場合の各リミット指定方法間の設定値の比較を、表 8-1、表 8-2 に示します。

図 8-4　リミット範囲の設定例（その 1）

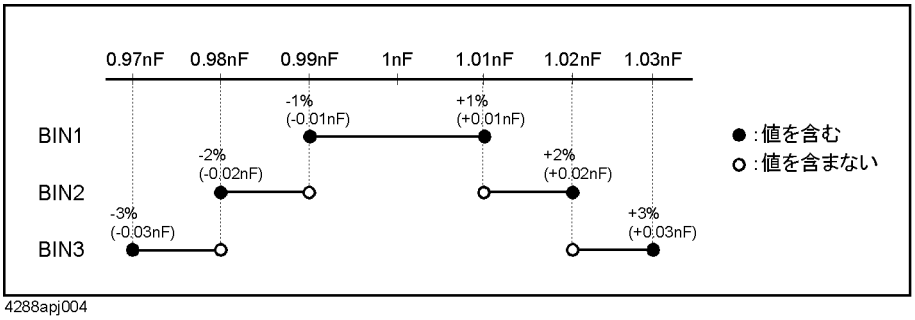


4288aoj082

表 8-1　図 8-4 のリミット範囲の下限値と上限値（モード間の比較）

	アブソリュート・モード		トレランス・モード（基準値： 1nF）			
			アブソリュート		パーセント	
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値
BIN1	0.98 nF	0.99 nF	-0.02 nF	-0.01 nF	-2 %	-1 %
BIN2	0.99 nF	1.01 nF	-0.01 nF	0.01 nF	-1 %	1 %
BIN3	1.01 nF	1.02 nF	0.01 nF	0.02 nF	1 %	2 %

図 8-5　リミット範囲の設定例（その 2）



4288apj004

表 8-2　図 8-5 のリミット範囲の下限値と上限値（モード間の比較）

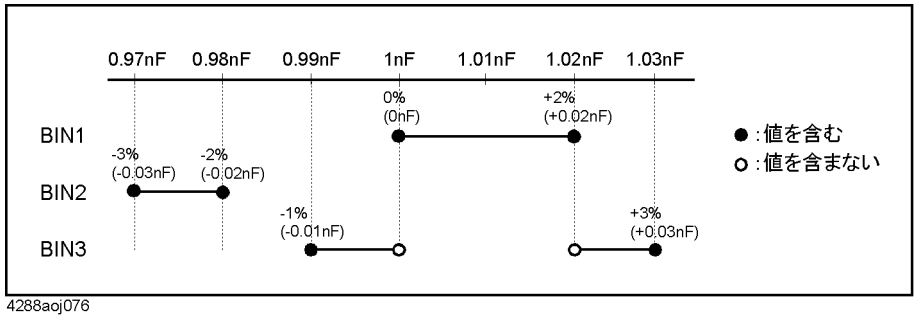
	アブソリュート・モード		トレランス・モード（基準値： 1nF）			
			アブソリュート		パーセント	
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値
BIN1	0.99 nF	1.01 nF	-0.01 nF	0.01 nF	-1 %	1 %
BIN2	0.98 nF	1.02 nF	-0.02 nF	0.02 nF	-2 %	2 %
BIN3	0.97 nF	1.03 nF	-0.03 nF	0.03 nF	-3 %	3 %

リミット範囲の設定

設定時の注意点

- ❏ 上限値が下限値以下に設定された場合は、そのリミット範囲は使用されません。リミット範囲をオフに設定している場合と同様に扱われます。
- ❏ 各 BIN のリミット範囲が重なっている場合は、BIN 番号の小さい方に選別されます（図 8-15「選別判定フロー」(113 ページ）参照)。したがって、図 8-5 のように幅の狭いリミット範囲から幅の広いリミット範囲の順に設定する必要があります。
- ❏ トレランス・モードの場合、リミット範囲内に基準値が入る（下限値と上限値の間になる）必要はありません。
- ❏ リミット範囲とリミット範囲の間に隙間があっても構いません。したがって、図 8-6 のようなリミット範囲も実現可能です。

図 8-6　リミット範囲とリミット範囲の間に隙間のある場合の例



4288aoj076

表 8-3　図 8-6 のリミット範囲の下限値と上限値

	アブソリュート・モード		トレランス・モード（基準値： 1nF）			
			アブソリュート		パーセント	
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値
BIN1	1 nF	1.02 nF	0 nF	0.02 nF	0 %	2 %
BIN2	0.97 nF	0.98 nF	-0.03 nF	-0.02 nF	-3 %	-2 %
BIN3	0.99 nF	1.03 nF	-0.01 nF	0.03 nF	-1 %	3 %

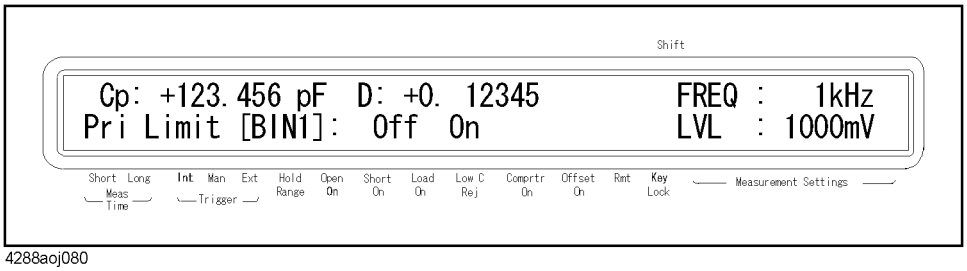
BIN1 ～ BIN9 の設定手順（オン／オフと下／上限値）

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Limit を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、リミット設定メニュー画面（図 8-3 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って Pri を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 8-7 のような BIN1 のオン／オフ設定画面が表示されます。

図 8-7 **BIN1 オン／オフ設定画面**



4288aoj080

手順 4. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

手順 5. On を選択した場合は、BIN1 の下限値の入力画面が表示されるので、数字キー等を使って下限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続いて、BIN1 の上限値の入力画面が表示されるので、数字キー等を使って上限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。以上の入力が終了すると、BIN2 のオン／オフ設定画面が表示されます。Off を選択した場合は、BIN1 下／上限値の入力を飛ばして、BIN2 のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 6. 各 BIN の設定画面が BIN2 →BIN9 の順で表示されるので、BIN1 の場合と同様の手順で設定を繰り返します。途中で設定を誤った場合は、**[青]** キー、**[←┘]** キーと押すことにより、1 つ前の設定画面に戻ることができます。

BIN1 の設定手順（下／上限値のみ）

手順 1. **[Pri Low]** キーを押します。BIN1 の下限値の入力画面が表示されます。

手順 2. 数字キー等を使って下限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

手順 3. **[Pri High]** キーを押します。BIN1 の上限値の入力画面が表示されます。

手順 4. 数字キー等を使って上限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

注記 この設定手順の場合、BIN1 のオン／オフを設定することはできません。

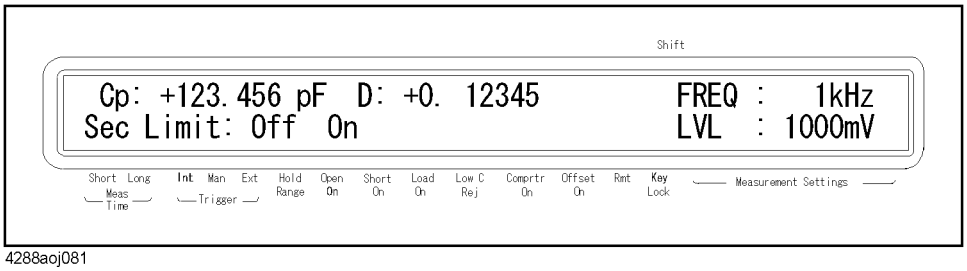
従パラメータのリミット範囲の設定手順（オン／オフと下／上限値）

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Limit を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、リミット設定メニュー画面（図 8-3 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って Sec を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 8-8 のような従パラメータのリミット範囲のオン／オフ設定画面が表示されます。

図 8-8　従パラメータのリミット範囲オン／オフ設定画面



4288aoj081

手順 4. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

手順 5. Off を選択した場合は、以上で終了です。On を選択した場合は、下限値の入力画面が表示されるので、数字キー等を使って下限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。続いて、上限値の入力画面が表示されるので、数字キー等を使って上限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

従パラメータのリミット範囲の設定手順（下／上限値のみ）

手順 1. **[Sec Low]**（**[青]** - **[Pri Low]**）キーを押します。下限値の入力画面が表示されます。

手順 2. 数字キー等を使って下限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

手順 3. **[Sec High]**（**[青]** - **[Pri High]**）キーを押します。上限値の入力画面が表示されます。

手順 4. 数字キー等を使って上限値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

注記　この設定手順の場合、従パラメータのリミット範囲のオン／オフを設定することはできません。

AUX BIN 機能の設定

従パラメータのリミット範囲がオンの場合、AUX BIN 機能のオン／オフの設定によって、表 8-4 に示すように従パラメータのリミット範囲を外れた場合の選別結果に違いが生じます。

表 8-4　従パラメータの測定値がリミット範囲を外れた場合の選別結果

主パラメータの選別結果	AUX BIN 機能	選別結果
BIN1 ～ BIN9 のいずれかの場合	オフ	OUT_OF_BINS
	オン	AUX_BIN
いずれの BIN にも選別されない場合	無関係	OUT_OF_BINS

設定手順

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Aux を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。AUX BIN 機能のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

選別判定条件の確認（表示）

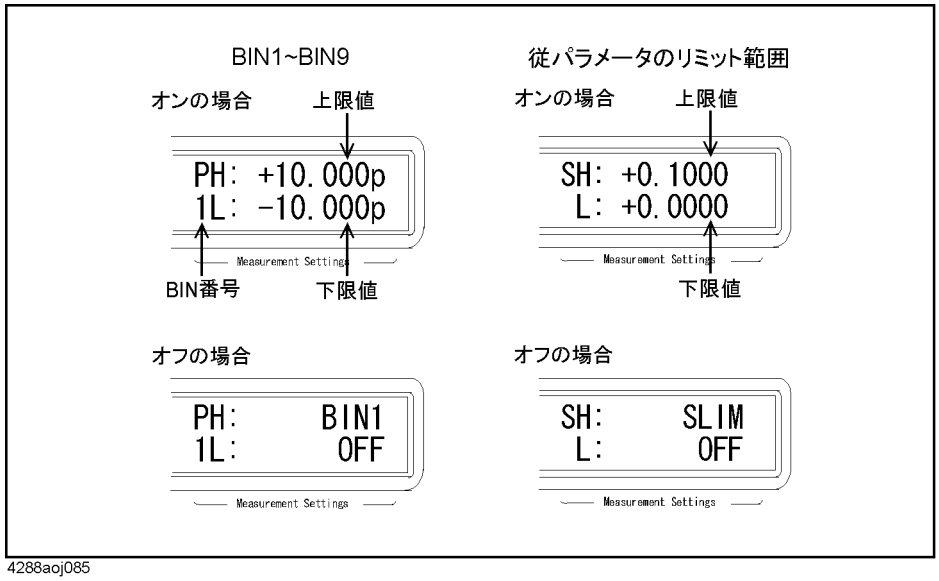
リミット範囲の設定は、ディスプレイ右側の機器設定表示エリアで確認できます。

以下に確認手順を示します。

手順 1. 機器設定表示エリアにリミット範囲表示ページが表示されるまで、**[Show Setting]** キーを押します。

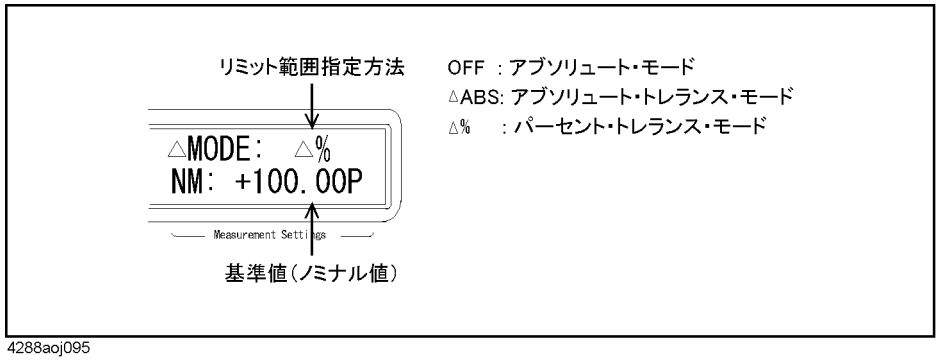
手順 2. **[↑ →]** キー、または **[←↓]** キーを使って、リミット範囲（BIN1 ～ BIN9、従パラメータ）の下／上限値、リミット範囲指定方法と基準値、および AUX BIN 機能のオン／オフ状態の表示を切り換えます。

図 8-9　下限値と上限値の表示



4288aoj085

図 8-10　リミット指定方法と基準値の表示



4288aoj095

異常に低い測定結果の除外（Low C リジェクト機能）

4288A には、主パラメータ（Cp または Cs）の測定値が異常に小さい（事前に設定した境界値以下）場合に、その測定結果を Low C（異常な測定ステータス）として検出する機能（Low C リジェクト機能）があります。

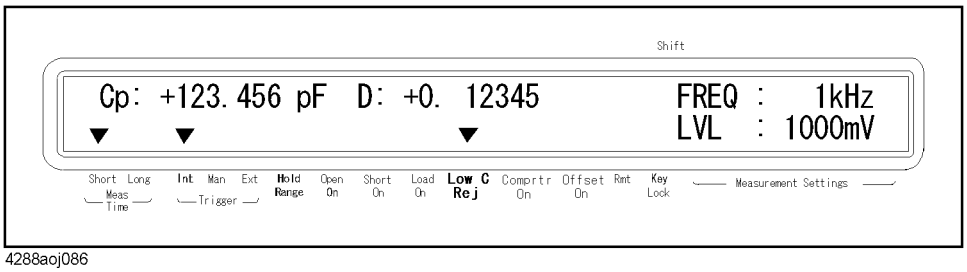
注記

コンパレータ機能がオンの場合、Low C が検出されても、選別判定は通常通り行われます。ただし、ディスプレイに表示される選別判定結果は、LOWC となり、ハンドラ・インタフェースでは、選別判定信号に加えて、/LOW_C_REJECT 信号もアクティブ（Low レベル）になります。

Low C リジェクト機能のオン／オフ

Low C リジェクト機能のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Low C Rej の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 8-11 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 8-11　Low C リジェクト機能のオン／オフ状態表示（オン時）

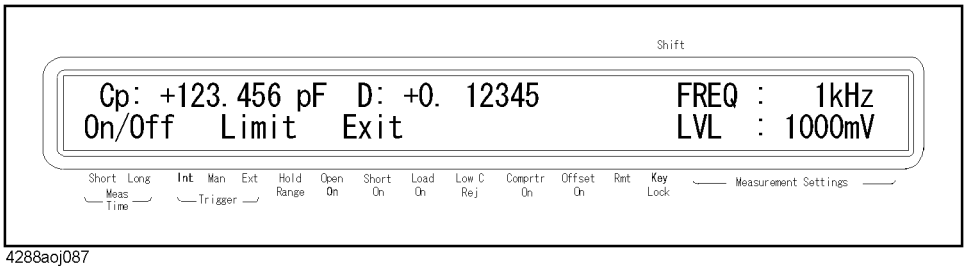


4288aoj086

設定手順

手順 1. **[Low C Rej]**（**[** 青 **]** - **[Level]**）キーを押します。図 8-12 のような Low C リジェクト機能の設定画面が表示されます。

図 8-12　Low C リジェクト機能設定画面



4288aoj087

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。Low C リジェクト機能のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

Low C リジェクト機能のリミット（境界値）設定

Low C リジェクト機能のリミット（Low C が検出される範囲の境界値）は、測定レンジ（フルスケール）に対するパーセンテージで設定します。この際に対象となる測定レンジは、以下に示すように測定レンジ・モードの設定により異なります。

- オート・レンジ・モードの場合

  実際に測定が行われる測定レンジとは関係なく、最小の測定レンジが対象となります。つまり、以下の測定レンジが対象となります。

  測定周波数が 1 kHz の時： 100E-12 F（100 pF）レンジ

  測定周波数が 1 MHz の時： 1E-12 F（1 pF）レンジ

- 固定レンジ・モードの場合

  選択されている測定レンジが対象となります。つまり、実際に測定が行われる測定レンジが対象となります。

例えば、1 µF レンジに固定して測定している場合に、1% に設定すると、主パラメータ（Cs または Cp）の測定値が 10 nF 以下になった時に Low C が検出されます。

設定手順

手順 1. **[Low C Rej]**（**[青]** - **[Level]**）キーを押し、Low C リジェクト機能設定画面（図 8-12 参照）を表示させます。

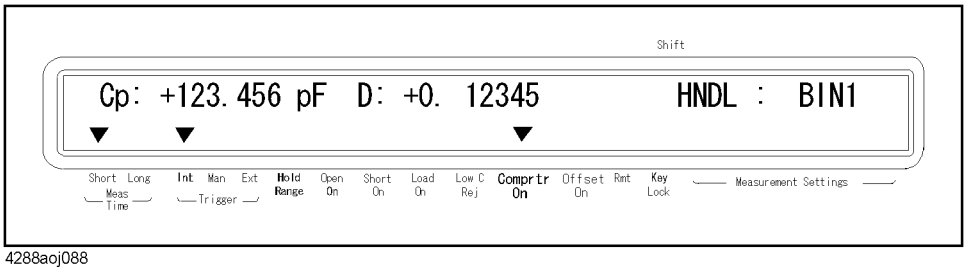
手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Limit を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。Low C リジェクト機能のリミット設定画面が表示されます。

手順 3. 数字キー等を使ってリミットの値を入力し、**[Enter]** キーを押します。

選別判定結果の表示

コンパレータ機能により、図 8-15 に示すフローで選別判定された結果は、図 8-13 に示すようにディスプレイ右側の機器設定表示エリアに表示されます。

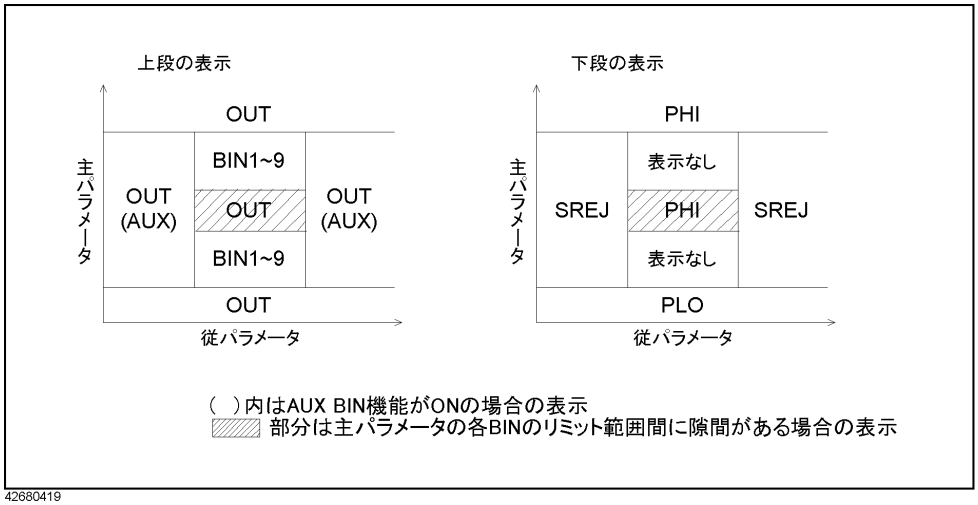
図 8-13 コンパレータ選別判定結果の表示



4288aoj088

画面表示と選別結果の関係は、図 8-14 の通りです。

図 8-14 ディスプレイ表示とコンパレータ選別結果の関係



42680419

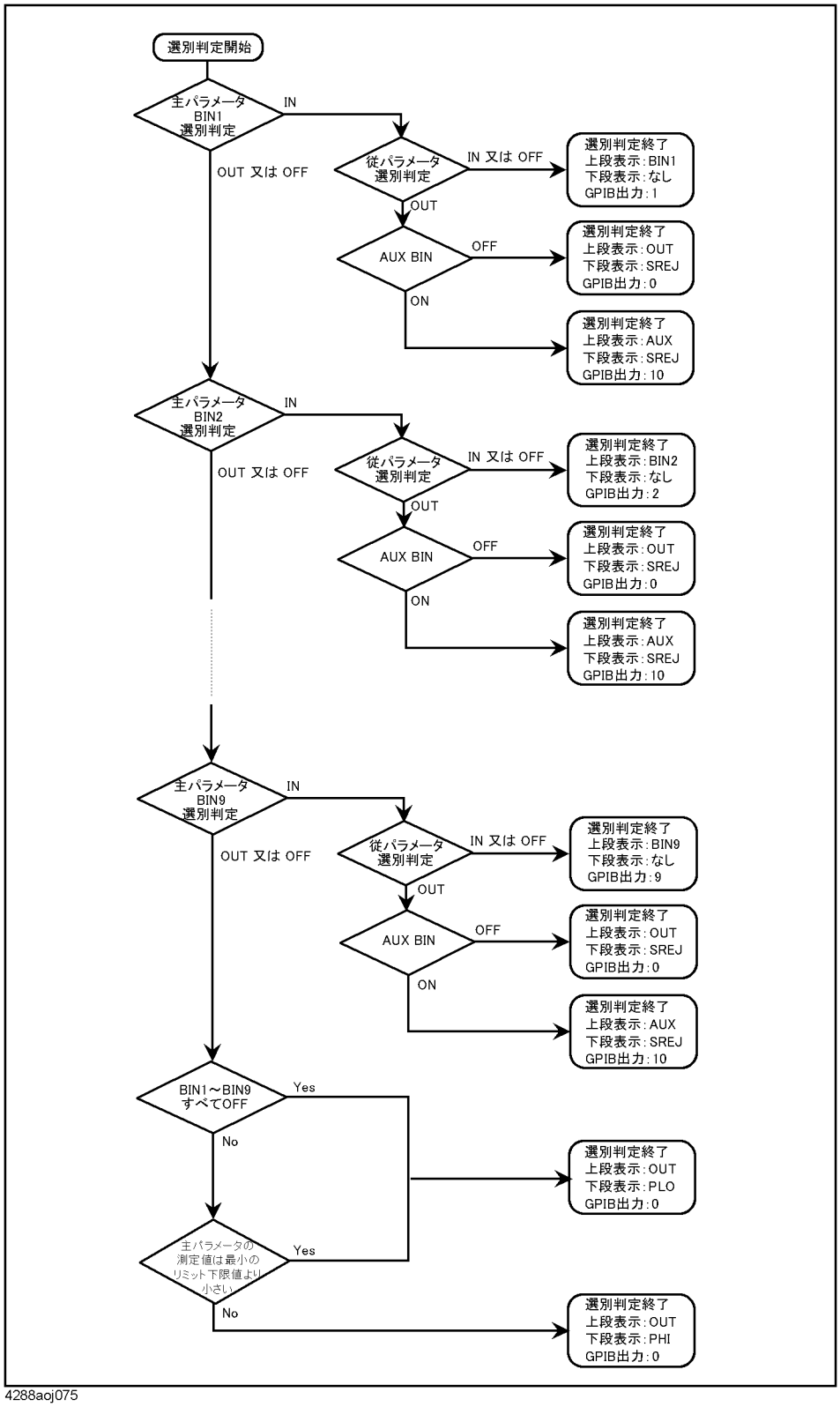
注記

オーバーロードが検出された場合、選別判定ができないので、**** が上段に表示されます。また、Low C リジェクトが検出された場合、選別判定は通常通り行われますが、選別判定結果（OUT、AUX、BIN1 ～ BIN9）ではなく LOWC が上段に表示されます。

表示手順

機器設定表示エリアに選別結果表示ページ（ページ番号 :6）が表示されるまで **[Show Setting]** キー押します。

図 8-15 選別判定フロー



4288aoj075

各 BIN の選別個数の表示（BIN カウント機能）

BIN カウント機能をオンすると、各 BIN に選別された個数がカウントされます。カウント可能な最大値は 999999 で、これを越えた場合は、999999 のまま（0 には戻りません）変化しなくなります。

マルチ補正機能オン時には、通常（全チャンネル共通）のカウントとは別途に、各チャンネル毎にもカウントされ、その値を GPIB コマンドで読み出し可能です。

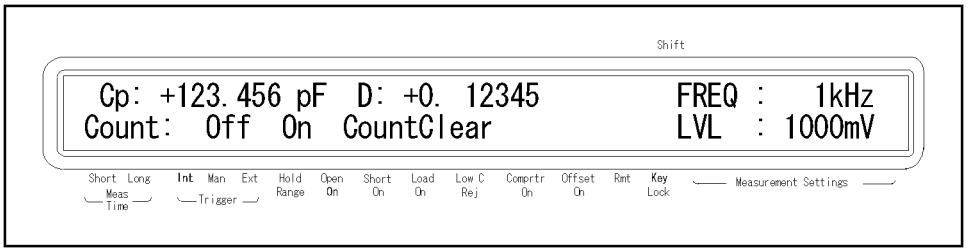
BIN カウント機能のオン／オフ

以下に設定手順を示します。

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Count を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 8-16 のような BIN カウントの設定画面が表示されます。

図 8-16 **BIN カウント設定画面**



4288aoj083

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

BIN カウント値の表示

BIN カウント値は、ディスプレイ右側の機器設定表示エリアに表示されます。

以下に設定手順を示します。

注記 マルチ補正機能オン時のチャンネル毎の BIN カウント値は、GPIB のみから確認可能で、ディスプレイには表示できません。

手順 1. 機器設定表示エリアに BIN カウント値表示ページが表示されるまで、**[Show Setting]** キーを押します。

手順 2. **[↑ →]** キー、または **[←↓]** キーを使って、BIN1 ～ BIN9、AUX_BIN、OUT_OF_BINS、OVLD のカウント値の表示を切り替えます。

注記 同時に全ての BIN のカウント値を表示することはできません。

BIN カウント値のクリア（リセット）

BIN カウント値のクリアを実行すると、全てのカウント値が 0 に初期化されます。

以下に設定手順を示します。

手順 1. **[Comprtr]**（**[青]** - **[1]**）キーを押し、コンパレータ機能設定画面（図 8-2 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Count を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、BIN カウント設定画面（図 8-16 参照）を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って CountClear を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。クリア実行の確認画面が表示されます。

手順 4. **[↑ →]** キー等を使って Yes を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

選別判定結果によるビープ音の発生

選別判定結果によるビープ音の発生条件を以下のいずれかに設定することができます。

- 選別判定結果が OUT_OF_BINS、AUX_BIN の場合にビープ音発生
- 選別判定結果が BIN1 ～ BIN9 の場合にビープ音発生

また、ビープ音を発生しないように設定することもできます。

ビープ音発生の設定手順は、「ビープ音が発生する条件を設定する」（68 ページ）をご覧ください。

第 9 章　作業ミスの防止と日常の点検

本章では、単純な作業ミスを防止する方法と Agilent 4288A のメンテナンス方法について解説します。

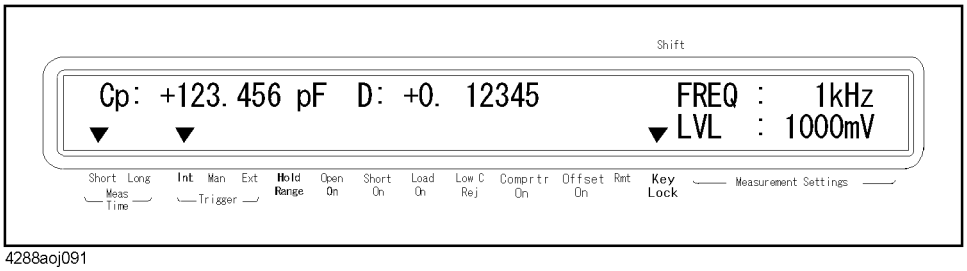
作業ミスの防止

フロント・パネルからの誤入力を防止する（キー・ロック機能）

フロント・パネルでのキー操作を行う必要がない場合には、フロント・パネル・キーからの入力を無効にする（キー・ロック機能）ことにより、誤ってフロント・パネル・キーを触れた時の誤入力を防止することできます。

キー・ロック機能のオン／オフ状態は、機器設定表示ラベルの Key Lock の上に ▼ 印が表示されているか否かで示されています。図 9-1 のように ▼ 印が表示されていればオンです。

図 9-1　キー・ロック機能のオン／オフ状態表示（オン時）



4288aoj091

設定手順

[Key Lock]（**[** 青 **]** - **[0]**）キーを押します。このキー操作を繰り返すたびにキー・ロック機能のオン／オフが切り替わります。

キー・ロック機能がオンの状態では、**[Key Lock]** キー（つまり、**[** 青 **]** キーと **[0]** キー）のみが有効です。

補正データ取得時の作業ミスを防止する

測定データが適正であるか否かをチェックすることにより、オープン／ショート／ロード補正用のデータを測定する際の単純な作業ミス（オープン状態とショート状態を逆に設定する等）を防止することができます。

詳細については、「補正データ取得時の作業ミスの防止」（91 ページ）をご覧ください。

日常の点検

故障していないか調べる（セルフ・テスト機能）

4288A は、セルフ・テスト機能を備えています。セルフ・テストには、インターナル・テストとエクスターナル・テストがあります。

インターナル・テストを実行する

インターナル・テストでは、表 9-1 に示すようにメモリなどのディジタル的な部分の動作をテストします。

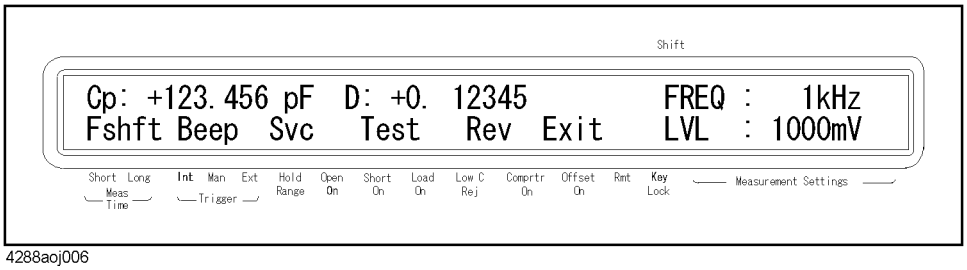
表 9-1　インターナル・テスト項目

テスト項目	テスト内容	エラー・コード
RAM	RAM のデータバスが正しく接続されていること、故障しているメモリ・セルがないことを確認します。	1
Boot ROM	Boot ROM のチェックサムが正しいことを確認します。	2
Flash ROM	Flash ROM のチェックサムが正しいことを確認します。	4
校正データ	EEPROM 内の校正データ (Factory Calibration Data) のチェックサムが正しいことを確認します。	8
補正データ	EEPROM 内の補正データ (Correction Data) のチェックサムが正しいことを確認します。フェイルしても補正データは初期化されません。	16
A/D コンバータ	A/D コンバータが正しく動作することを確認します。	32
バックアップ RAM	バックアップメモリ (RAM) 内の機器設定値が正しいことを確認します。フェイルしても機器設定値は初期化されません。	64

以下に実行手順を説明します。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押します。図 9-2 のようなメニュー画面が表示されます。

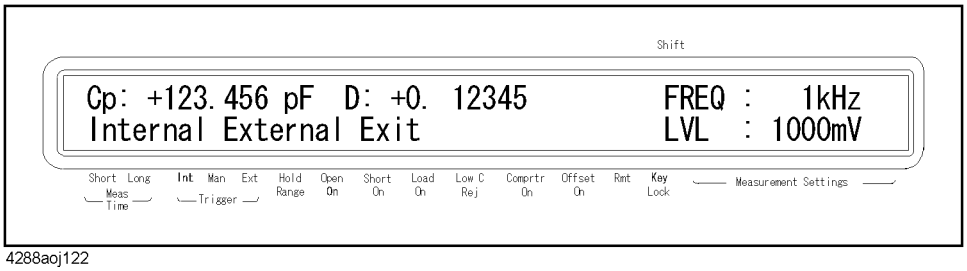
図 9-2　[Config] キーが押された時のメニュー画面



4288aoj006

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Test を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 9-3 のようなテスト・メニューの画面が表示されます。

図 9-3　テスト・メニュー画面



4288aoj122

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って Internal を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。画面に SELF TESTING とメッセージが表示され、セルフ・テストが実行されます。

手順 4. テスト終了後、4288A は、SELF TEST: の右横に PASS（エラーが発生した場合は、表 9-1 に示すエラー・コード）を数秒間表示し、メニューに戻ります。

注記　複数のエラーが同時に検出された場合は、それぞれのエラー・コードの和が表示されます。

エクスターナル・テストを実行する

エクスターナル・テストでは、表 9-2 に示すようにアナログ回路部分の簡単な動作テストを行います。

表 9-2　エクスターナル・テスト項目

テスト番号	テスト項目
1	アナログ回路部全体
2	信号部（信号レベル）
3	信号部（周波数）
4	測定レンジ切換部

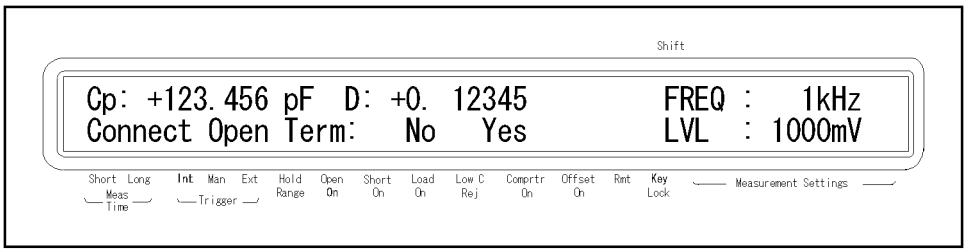
以下に実行手順を説明します。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押し、図 9-2 のようなメニュー画面を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Test を点滅させ、**[Enter]** キーを押し、図 9-3 のようなテスト・メニューの画面を表示させます。

手順 3. **[↑ →]** キー等を使って External を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 9-4 のような画面が表示されます。

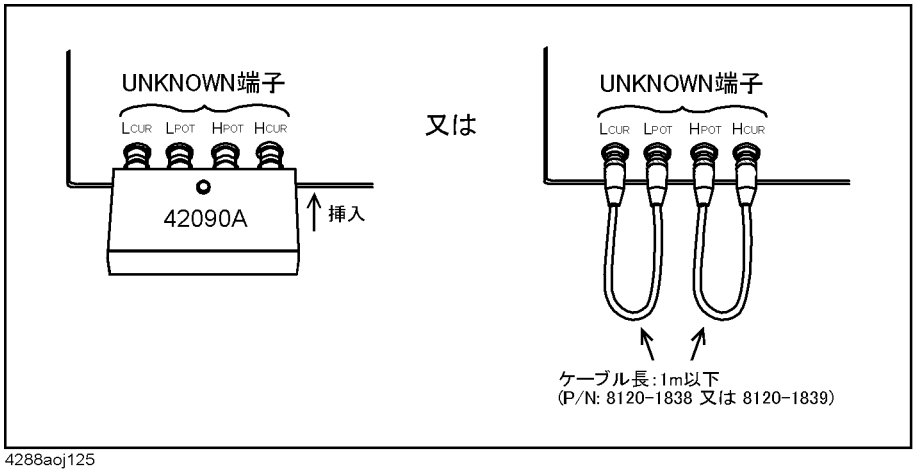
図 9-4　エクスターナル・テスト実行待ち画面



4288aoj123

手順 4. 図 9-5 に示すように 42090A を 4288A の UNKNOWN 端子に接続（または、L_{CUR}、L_{POT} 間と H_{CUR}、H_{POT} 間を BNC ケーブルで直結）します。

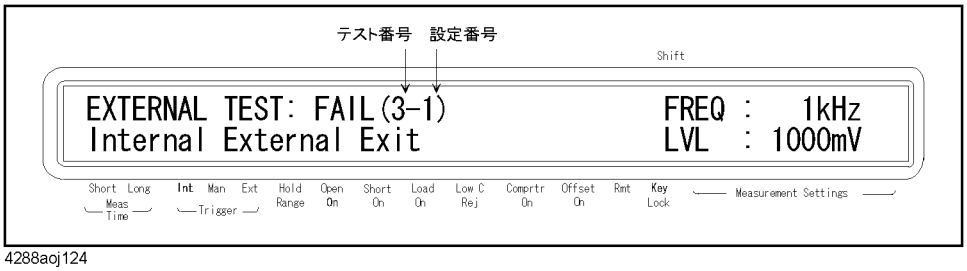
図 9-5　エクスターナル・テストの準備



4288aoj125

手順 5. **[↑ →]** キー等を使って Yes を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。エクスターナル・テストがテスト番号順で実行されます。テストが終了すると、図 9-6 のように EXTERNAL TEST: の右横にテスト結果（PASS または FAIL）が表示され、テスト・メニューに戻ります。FAIL の場合、結果に加えて不合格のテスト番号（表 9-2 参照）とそのテストにおける設定番号（詳細は **4288A Service Manual** を参照）が表示されます。

図 9-6　テスト結果表示画面（測定レンジ切換部テストの設定 1 で不合格の場合）



4288aoj124

注記

テストに不合格の場合、故障の可能性が高いので、アジレント・テクノロジーの営業所、または本器を購入された会社にお問い合わせください。また、テスト中に不合格の項目が発生した場合、その時点でテストは中断されます。

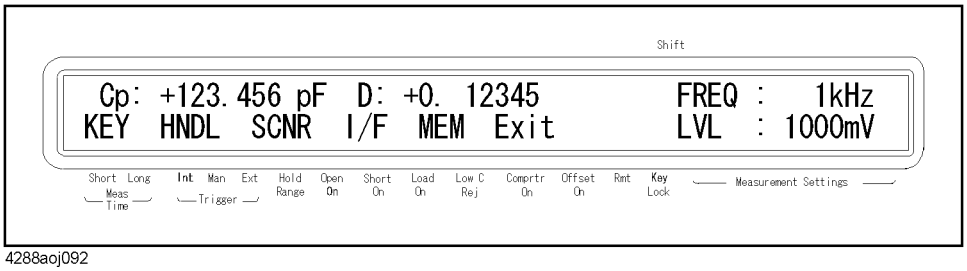
フロント・パネル・キーの機能試験を実行する

フロント・パネル・キーの機能をテストする手順について以下に説明します。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押し、図 9-2 のようなメニュー画面を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Svc を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。図 9-7 のようなサービス・メニュー画面が表示されます。

図 9-7 **サービス機能メニュー画面**



4288aoj092

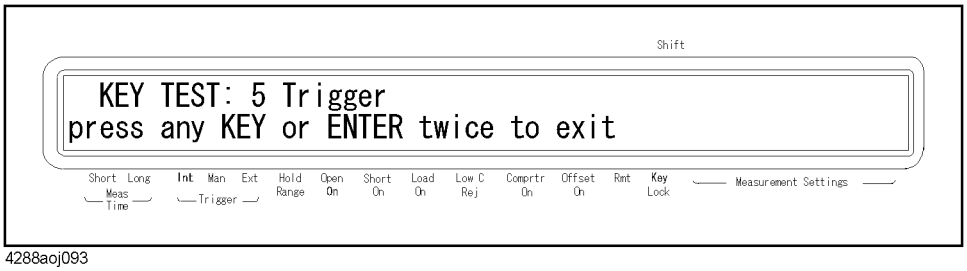
手順 3. **[↑ →]** キー等を使って KEY を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。フロント・パネル・キーのテスト画面が表示されます。

注記

KEY 以外の項目（アジレント・テクノロジーのサービス技術者用）については、4288A Service Manual をご覧ください。

手順 4. テストを行いたいキーを押すと、KEY TEST: の右横に、押したキーの名前が表示されます。下図は **[Trig]** キーを押した場合の例です。キーの名前が正しく表示されない場合は、キーが機能していません。最寄りのアジレント・テクノロジー営業所または本器をお買い上げの会社にご連絡ください。

図 9-8 **キー・テスト画面**



4288aoj093

手順 5. テストを終了する場合は、**[Enter]** キーを 2 回押します。

本器をクリーニングする

感電を防ぐために、クリーニングを行う前には必ず本器の電源ケーブルをコンセントから外しておいてください。

本器の表面の汚れを取る場合は、乾いた布か水でしめらせた柔らかい布を堅く絞って、あまり力を入れずに拭いてください。

決して機器の内部をクリーニングしないでください。

第 10 章　ハンドラ・インタフェースの利用

ハンドラ・インタフェースを介して、Agilent 4288A から測定終了信号、コンパレータ機能による選別結果等を外部に出力したり、4288A に外部トリガ信号、キー・ロック信号を入力することができます。本章では、ハンドラ・インタフェースとコンパレータ機能を使用して、4288A とハンドラを組み合わせた自動選別システムを構成する際に必要な情報について解説します。

コンパレータ選別結果の出力

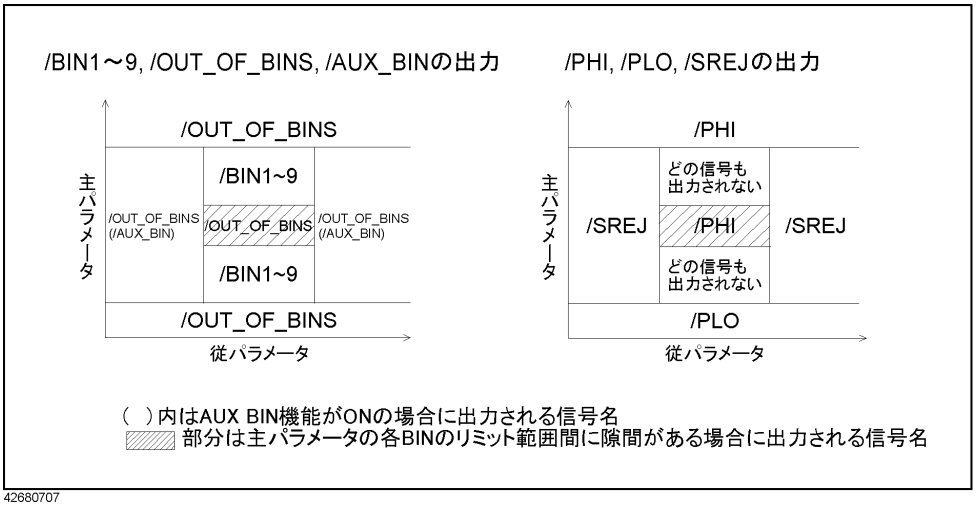
コンパレータ機能がオンの場合、ハンドラ・インタフェースを通して、コンパレータの選別結果が出力されます。図 10-1、表 10-1 にコンパレータの選別結果とハンドラ・インタフェースの出力信号 (/BIN1 ～ /BIN9, /AUX_BIN, /OUT_OF_BINS, /PHI, /PLO, /SREJ) の関係を示します。

注記

コンパレータ機能がオフの場合は、/INDEX, /EOM, /ALARM を除いて出力されません。/INDEX, /EOM は Low レベルのままになります。/ALARM はコンパレータがオンの時と同様に、異常が発生すると出力されます。

EXT_TRIG は、コンパレータ機能のオン／オフに関わらず、トリガ・モードが 外部トリガ（Ext）に設定されていれば有効です。また、/KEY_LOCK が Low レベルの間は、コンパレータ機能のオン／オフに関わらず、キーロック状態のままです。

図 10-1　コンパレータ選別結果のハンドラ・インタフェースへの出力



42680707

表 10-1　コンパレータ選別結果とハンドラ・インタフェースの出力信号の関係

測定ステータス	判定結果				アクティブになるハンドラ・インタフェース信号	GPIB 出力		
	主パラメータ		従パラメータ			測定ステータス	測定値	BIN ソート選別結果
異常なし	IN	BIN1	IN		/BIN1	0	測定値	1
		BIN2			/BIN2			2
		BIN3			/BIN3			3
		BIN4			/BIN4			4
		BIN5			/BIN5			5
		BIN6			/BIN6			6
		BIN7			/BIN7			7
		BIN8			/BIN8			8
		BIN9			/BIN9			9
		BIN1 ～ BIN9 のいずれか	OUT	AUX BIN: OFF	/OUT_OF_BINS /SREJ			0
				AUX BIN: ON	/AUX_BIN /SREJ			10
	OUT	最小のリミット下限値より小さい	無関係		/OUT_OF_BINS /PLO			0
		上記以外			/OUT_OF_BINS /PHI			
オーバーロード	選別不能				/OVLD	1	9.9E37	11
Low C	通常通りの選別判定				/LOW_C_REJECT*1	2	測定値	0 ～ 10

*1. 通常通りの選別判定が行われた結果（異常なしの場合の判定結果）に応じた信号と共に、/LOW_C_REJECT がアクティブになります。

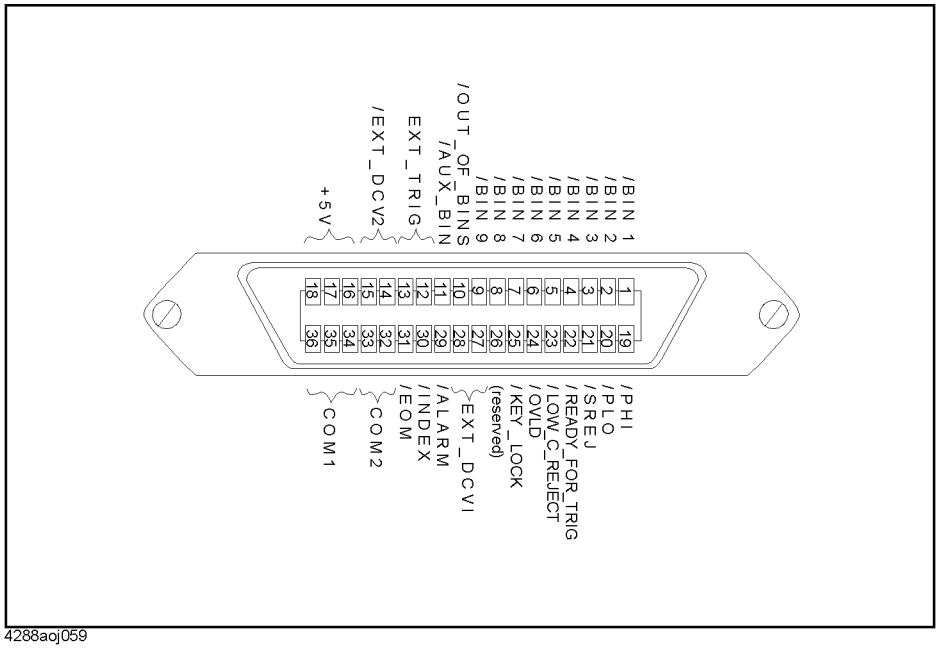
入出力信号のピン配置

図 10-2 にハンドラ・インタフェース・コネクタにおける各入出力信号のピン配置、表 10-2 に入出力信号の説明を示します。

注記

信号名の前に付いている /(斜線) は、その信号が負論理 (アクティブ・ロー) であることを示します。

図 10-2 ハンドラ・インタフェース・コネクタのピン配置



4288aoj059

表 10-2 ハンドラ・インタフェース入出力信号の説明

ピン番号	信号名	入力／出力	説明
1	/BIN1	出力	選別判定信号です。選別結果の BIN の信号 (ピン番号 1 ～ 11 のいずれか 1 つ) が Low レベルになります。ただし、測定不能（オーバーロード）の場合には、これらの信号は Low レベルになりません。
2	/BIN2		
3	/BIN3		
4	/BIN4		
5	/BIN5		
6	/BIN6		
7	/BIN7		
8	/BIN8		
9	/BIN9		
10	/OUT_OF_BINS		
11	/AUX_BIN		
12, 13	EXT_TRIG	入力	外部トリガ信号です。トリガ・モードが外部トリガ (Ext) に設定されている場合に有効です。パルスの立ち上がりでトリガが掛かります。

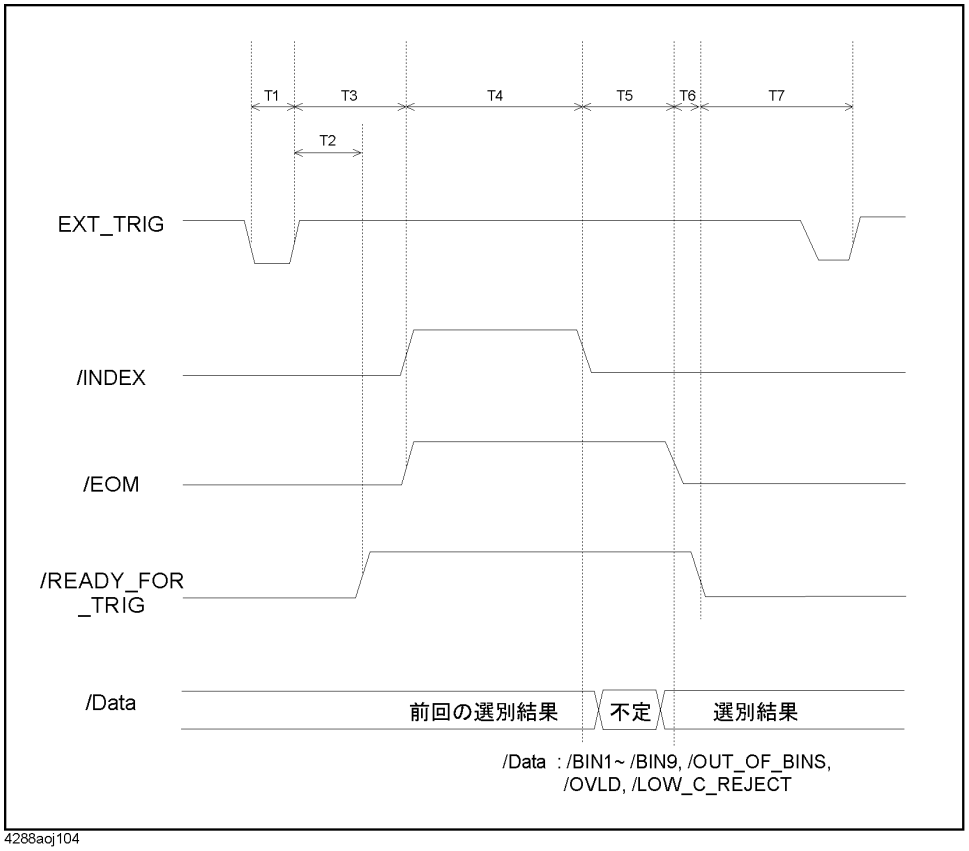
表 10-2　ハンドラ・インタフェース入出力信号の説明

ピン番号	信号名	入力／出力	説明
14，15	EXT_DCV2	入力	外部直流電圧です。入力信号 (EXT_TRIG, /KEY_LOCK) および操作出力信号 (/ALARM, /INDEX, /EOM, /READY_FOR_TRIG) に電圧を供給します。入力電圧の範囲は +5V ～ +24V です。
16，17，18	+5V	出力	内部直流電圧です。
19	/PHI		主パラメータ上限超過信号です。BIN1 ～ BIN9 のリミット上限値を超えた場合、Low レベルになります。
20	/PLO		主パラメータ下限不足信号です。BIN1 ～ BIN9 のリミット下限値より小さい場合、Low レベルになります。
21	/SREJ		従パラメータ・リミット外信号です。従パラメータのリミット値から外れた場合、Low レベルになります。
22	/READY_FOR_TRIG		トリガ受付可能信号です。トリガ信号を受け付けられる状態になった時に、Low レベルになります。ハンドラはこの信号を受け取ると、外部トリガ信号を入力できます。
23	/LOW_C_REJECT		Low C リジェクト検出信号です。Cp、または Cs の測定結果が、あらかじめ設定された境界値（測定レンジに対するパーセンテージ）以下の場合、Low レベルになります。
24	/OVLD		測定不能信号です。アナログ測定部で測定不能（オーバーロード）の場合、Low レベルになります。
25	/KEY_LOCK	入力	キーロック信号です。この信号を Low レベルにすると、4288A のフロント・パネル・キー、が使用不可能な状態になります。
26	(reserved)	———	現状では、使用されていません。何も接続しないでください。
27，28	EXT_DCV1	入力	外部直流電圧です。判定出力信号 (/BIN1 ～ /BIN9, /AUX_BIN, /OUT_OF_BINS, /PHI, /PLO, /SREJ, /OVLD, /LOW_C_REJECT) に電圧を供給します。入力電圧の範囲は +5V ～ +24V です。
29	/ALARM	出力	異常発生信号です。セルフ・テスト結果の異常、電源瞬断、特定の回路の動作異常などの場合に Low レベルになります。電源瞬断時は、電源が落ちている間のみ、Low レベルになります。
30	/INDEX		アナログ測定終了信号です。アナログ測定が終了した時、Low レベルになります。ハンドラはこの信号を受け取ると、次の試料を接続できます。ただし、/EOM 信号を受け取るまで、測定データを得ることはできません。
31	/EOM		測定サイクル終了信号です。測定の一連の作業が終了し、測定データ選別判定結果が有効になった時に、Low レベルになります。
32，33	COM2	———	EXT_DCV2 (ピン番号 14，15) の外部直流電圧のコモンです。
34，35，36	COM1		EXT_DCV1 (ピン番号 27，28) の外部直流電圧のコモンです。

タイミング・チャート

図 10-3 にタイミング・チャートを示します。図中の /Data の不定の区間は、4288A がアナログ測定後のデータ処理中で、出力信号は無効であることを示しています。図中の T1 ～ T7 の具体的な時間については、「測定時間」（161 ページ）をご覧ください。

図 10-3　ハンドラ･インタフェースのタイミング・チャート



4288aoj104

電気的特性

出力信号

各出力信号は、フォトカプラのオープン・コレクタ出力です。各出力は、4288A の内部、または外部にプルアップ抵抗（表 10-3 参照）を接続することにより、電圧出力が得られます。4288A 内部へのプルアップ抵抗の接続方法は、「ハンドラ・インタフェース使用前の準備」（134 ページ）をご覧ください。

表 10-3　プルアップ抵抗値の目安

プルアップ電圧 [V]	抵抗値 [Ω]	代表的な抵抗	
		抵抗値 [Ω]	Agilent 部品番号
5	1.7k（5 V / 3 mA）	1.78k	0757-0278
9	3.0k（9 V / 3 mA）	3.16k	0757-0279
12	4.0k（12 V / 3 mA）	4.22k	0698-3154
15	5.0k（15 V / 3 mA）	5.11k	0757-0438
24	8.0k（24 V / 3 mA）	8.25k	0757-0441

出力信号は判定出力信号と操作出力信号の 2 つのグループに分けられており、別々にプルアップ電圧を設定することができます。表 10-4 に出力信号の電気的特性を示します。また、図 10-4、図 10-5 に判定出力信号と操作出力信号の回路図をそれぞれ示します。

表 10-4　ハンドラ・インタフェース出力信号の電気的特性

出力信号	出力電圧 [V]		最大電流 [mA]
	Low	High	
判定出力信号： /BIN1 ～ /BIN9, /AUX_BIN, /OUT_OF_BINS, /PHI, /PLO, /SREJ, /OVLD, /LOW_C_REJECT	0 ～ 0.5	DCV1*1	6
操作出力信号： /INDEX, /EOM, /READY_FOR_TRIG, /ALARM	0 ～ 0.5	DCV2*2	6

*1. 内部電源使用時は、+5 V または +12 V。
　外部電源使用時は、EXT_DCV1(+5 V ～ +24 V)。
*2. 内部電源使用時は、+5 V または +12 V。
　外部電源使用時は、EXT_DCV2(+5 V ～ +24 V)。

図 10-4 ハンドラ・インタフェース判定出力信号回路図

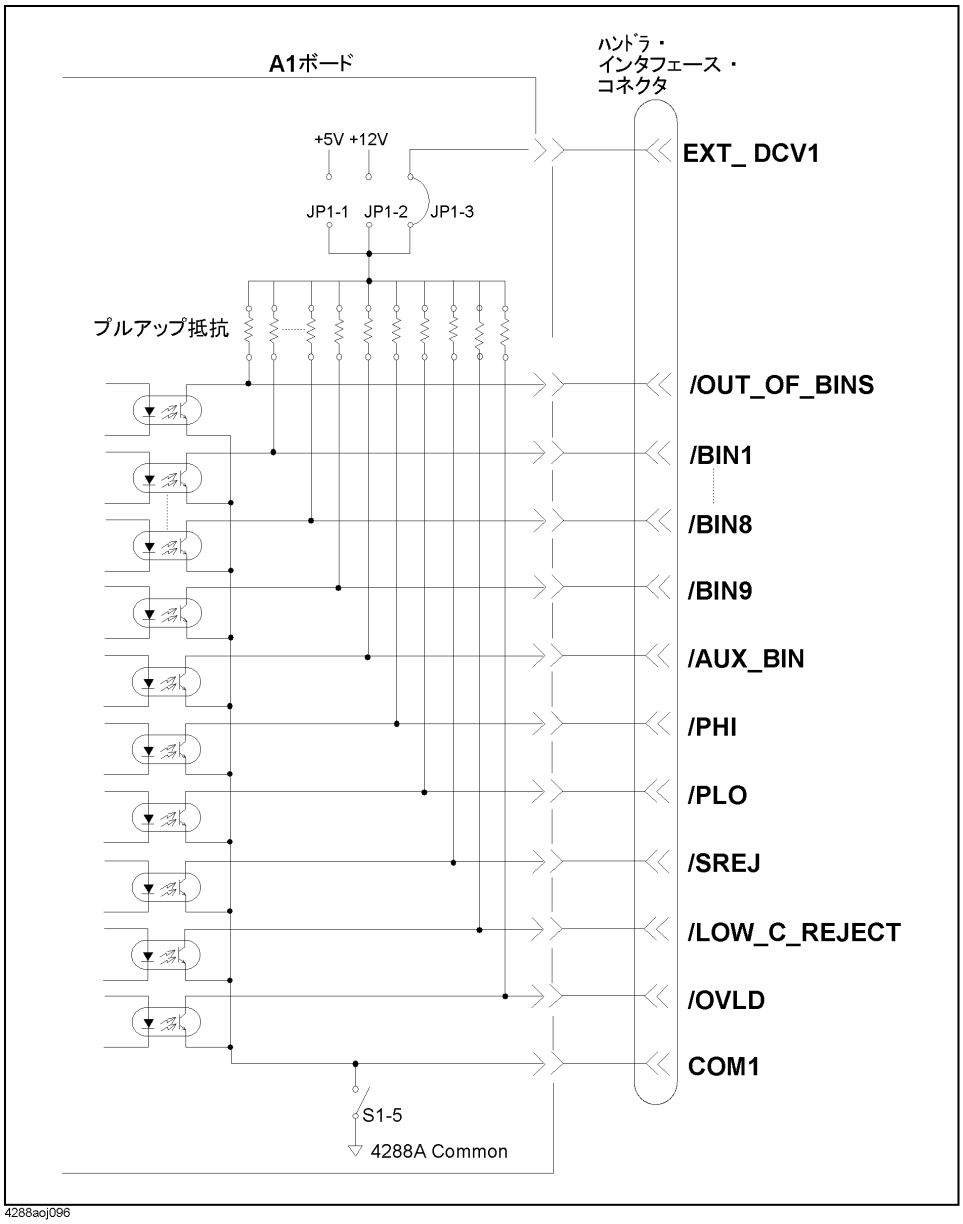
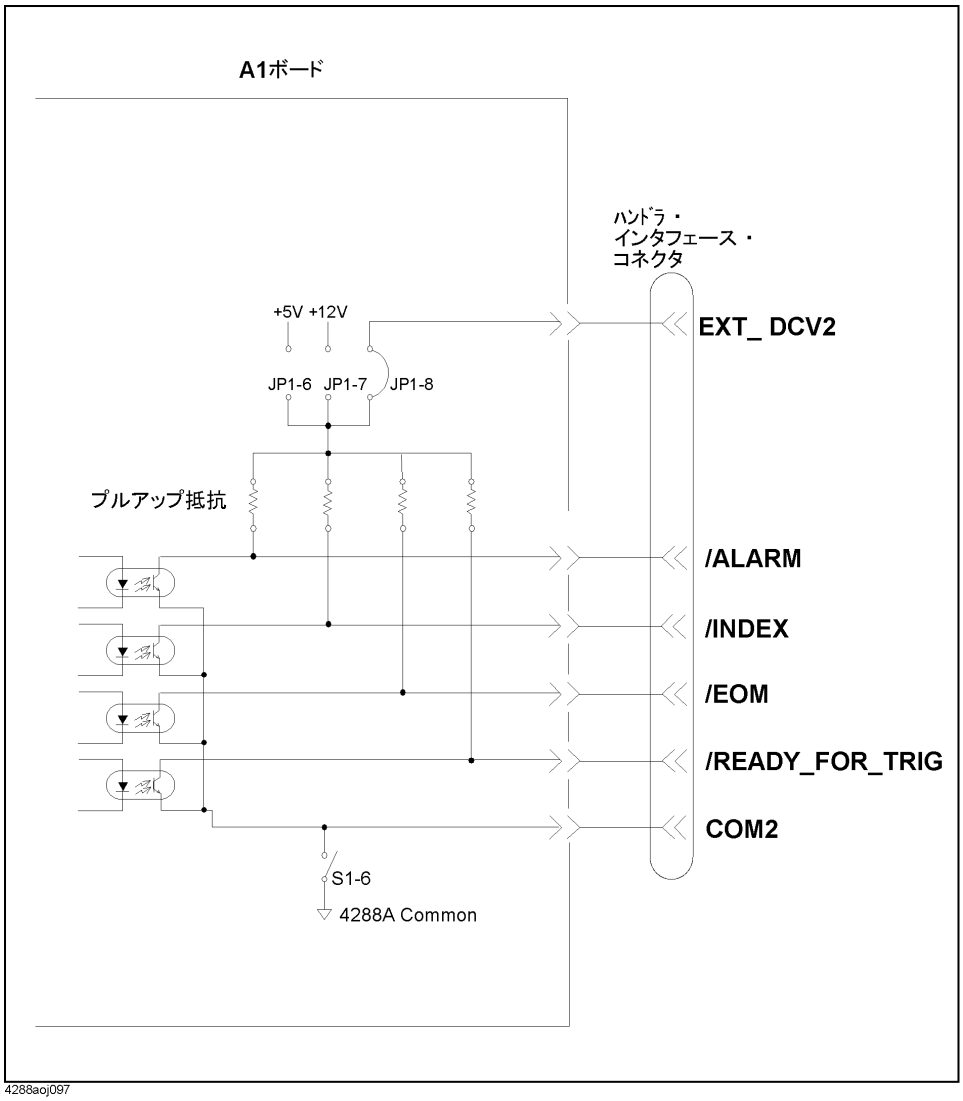


図 10-5 ハンドラ・インタフェース操作出力信号回路図



入力信号

各入力信号は、フォトカプラの LED(カソード側) に接続されています。LED（アノード側）は、ドライブ用電源電圧に接続されています。表 10-5 に入力信号の電気的特性を示します。また、図 10-6 に入力信号の回路図を示します。LED に流れる電流の大きさは、ドライブ用電源電圧と入力信号用抵抗設定の設定により変わります。

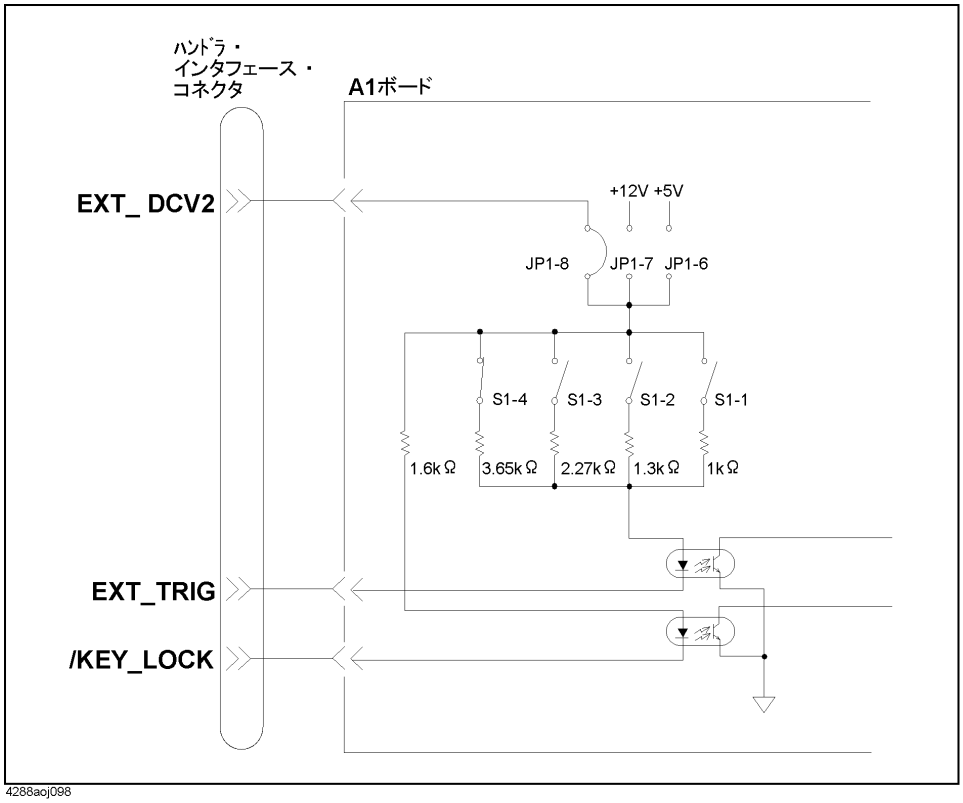
ドライブ用電源電圧と入力信号用抵抗設定の設定については「ハンドラ・インタフェース使用前の準備」(134 ページ）をご覧ください。

表 10-5　ハンドラ・インタフェース入力信号の電気的特性

入力信号	入力電圧 [V]		入力電流（Low の時）[mA](代表値)			
			ドライブ電源電圧 DCV2*1			
	Low	High	5 V (S1-1:ON)	12 V (S1-3:ON)	15 V (S1-3:ON)	24 V (S1-4:ON)
EXT_TRIG	0 ～ 1	DCV2*1	2.7	3.6	4.4	6.3
/KEY_LOCK			2.8	7.0	9.0	14.5

*1.内部電源使用時は、+5 V または +12 V。
外部電源使用時は、EXT_DCV2(+5 V ～ +24 V)。

図 10-6　ハンドラ・インタフェース入力信号回路図



4288aoj098

電源

判定出力信号プルアップ用の電源と操作出力信号プルアップおよび入力信号ドライブ用の電源の設定は独立に行うことができ、表 10-6 のようにそれぞれ内部電源の +5V または +12V、外部電源（表 10-7）を選択できます。

選択方法は、「ハンドラ・インタフェース使用前の準備」（134 ページ）をご覧ください。

表 10-6　入出力信号プルアップ／ドライブ用電源の選択

	内部電源の場合		外部電源の場合
判定出力信号プルアップ用電源	+5V	+12V	EXT_DCV1
操作出力信号プルアップ用電源 および入力信号ドライブ用電源	+5V	+12V	EXT_DCV2

表 10-7　外部電源使用時の電圧範囲

	電圧範囲 [V]
EXT_DCV1	+5 ～ +24
EXT_DCV2	+5 ～ +24

また、各電源の回路コモンは表 10-8 のような設定になっています。表中の COM1、COM2 は、独立に、内部コモンと接続することができます。

設定方法は、「ハンドラ・インタフェース使用前の準備」（134 ページ）をご覧ください。

表 10-8　回路コモンの設定

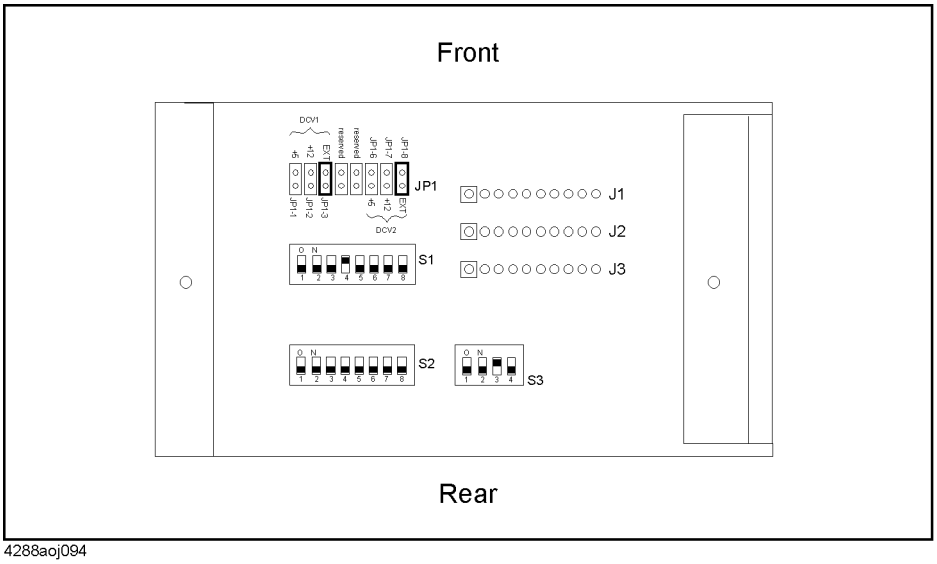
	内部電源使用時	外部電源使用時
判定出力信号プルアップ用電源	内部コモン	COM1
操作出力信号プルアップ用電源	内部コモン	COM2

ハンドラ・インタフェース使用前の準備

ハンドラ・インタフェースを使用する前に、入／出力信号のドライブ／プルアップ電源とプルアップ抵抗の設定を行う必要があります。ドライブ／プルアップ電源の設定は、A1 ボード上のジャンパ (JP1)、DIP スイッチ (S1) で行います。また、プルアップ抵抗を、4288A の内部に接続する場合は、A1 ボード上の J1、J2、J3 に集合抵抗を取り付けます。

JP1	JP1-1	判定出力信号プルアップ用電源（DCV1）の選択	内部電源（+5 V）
	JP1-2		内部電源（+12 V）
	JP1-3		外部電源（EXT_DCV1）
	JP1-6	操作出力信号プルアップ、入力信号ドライブ用電源（DCV2）の選択	内部電源（+5 V）
	JP1-7		内部電源（+12 V）
	JP1-8		外部電源（EXT_DCV2）
S1	S1-1	入力信号用抵抗の設定	
	S1-2		
	S1-3		
	S1-4		
	S1-5	判定出力信号プルアップ用電源（DCV1）のコモンの設定	
	S1-6	操作出力信号プルアップ、入力信号ドライブ用電源（DCV2）のコモンの設定	
J1		判定出力信号のプルアップ抵抗の設定	
J2			
J3		操作出力信号のプルアップ抵抗の設定	
（S2、S3）		（スキャナ・インタフェースの設定で使用）	

図 10-7　JP1、S1、S2、S3、J1、J2、J3 の位置



4288aoj094

判定出力信号プルアップ用電源の設定

電源の選択

下表に示すように JP1-1、JP1-2、JP1-3 のいずれか 1 つのジャンパーを設定することにより、判定出力信号プルアップ用電源（DCV1）を選択します。

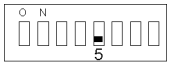
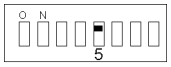
ソケット番号	ジャンパ設定（Short）時に選択される電源	工場出荷時設定
JP1-1	内部電源（+5 V）	Open
JP1-2	内部電源（+12 V）	Open
JP1-3	外部電源（EXT_DCV1、+5 V ～ +24 V）	Short

注記 JP1-1、JP1-2、JP1-3 は、いずれかひとつのみ設定（Short）します。同時に 2 つ以上を設定（Short）しないでください。

注記 JP1-4、JP1-5 は、使用されていません。何も接続しないでください。

回路コモンの設定

回路コモン（COM1）の設定は、スイッチ（S1）の S1-5 で行います。

S1-5 の設定	回路コモンの状態
（工場出荷時） 	外部電源（EXT_DCV1）のコモン（COM1）と 4288A の内部回路コモンが分離されます。 判定出力信号は、アイソレートされます。
	外部電源（EXT_DCV1）のコモン（COM1）と 4288A の内部回路コモンが接続されます。 判定出力信号は、アイソレートされません。

注記 内部電源（+5 V または +12 V）を使用する場合（JP1-1 または JP1-2 にジャンパーを設定した場合）は、S1-5 をオンに設定してください。

注記 ハンドラ・インタフェース・コネクタの +5V(16,17,18 ピン) を使用する場合は、S1-5 をオンに設定し、4288A の内部回路コモンと COM1 を接続し、電源の回路コモンとして、COM1 を使用します。

操作出力信号プルアップ、入力信号ドライブ用の電源の設定

電源の選択

下表に示すように JP1-6、JP1-7、JP1-8 のいずれか１つのジャンパーを設定することにより、操作出力信号プルアップおよび入力信号ドライブ用の電源（DCV2）を選択します。

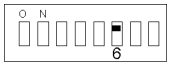
ソケット番号	ジャンパ設定（Short）時に選択される電源	工場出荷時設定
JP1-6	内部電源（+5 V）	Open
JP1-7	内部電源（+12 V）	Open
JP1-8	外部電源（EXT_DCV2、+5 V ～ +24 V）	Short

注記

P17-3、P17-2、P17-1 は、いずれかひとつのみ設定（Short）します。同時に２つ以上を設定（Short）しないでください。

回路コモンの設定

回路コモンの設定は、スイッチ（S1）の S1-6 で行います。

S1-6 の設定	回路コモンの状態
（工場出荷時） 	外部電源（EXT_DCV2）のコモン（COM2）と 4288A の内部回路コモンが分離されます。 操作出力信号、および入力信号は、アイソレートされます。
	外部電源（EXT_DCV2）のコモン（COM2）と 4288A の内部回路コモンが接続されます。 操作出力信号、および入力信号は、アイソレートされません。

注記

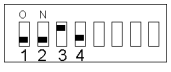
内部電源（+5 V または +12 V）を使用する場合（JP1-6 または JP1-7 にジャンパーを設定した場合）は、S1-6 をオンに設定してください。

注記

ハンドラ・インタフェース・コネクタの +5V(16,17,18 ピン) を使用する場合は、S1-6 をオンに設定し、4288A の内部回路コモンと COM2 を接続し、電源の回路コモンとして、COM2 を使用します。

入力信号用抵抗の設定

操作出力信号プルアップおよび入力信号ドライブ用の電源（DCV2）の電圧設定に応じて、スイッチ（S1）の S1-1、S1-2、S1-3、S1-4 で入力信号用抵抗を設定する必要があります。

5 ≤DCV2 ≤6	6 < DCV2 ≤9	9 < DCV2 ≤15	15 < DCV2 ≤24
			（工場出荷時）

プルアップ抵抗の設定

操作出力信号および判定出力信号のプルアップ抵抗を 4288A の内部に取り付ける場合、プルアップ電圧に応じた集合抵抗（表 10-9 参照）を A1 ボード上の J1、J2、J3（図 10-7 参照）に取り付けます。

注記

集合抵抗の向き

集合抵抗のマークの記された側が、ボード上の四角で囲まれた側（図 10-7 中の左側）になるように取り付けます。

表 10-9

代表的な集合抵抗

プルアップ電圧 [V]	抵抗値の目安 [Ω]	代表的な集合抵抗	
		抵抗値 [Ω]	Agilent 部品番号
5	1.7k (5 V / 3 mA)	1.5 k	1810-0276
9	3.0k (9 V / 3 mA)	3.3 k	1810-0278
12	4.0k (12 V / 3 mA)	4.7 k	1810-0279
15	5.0k (15 V / 3 mA)	4.7 k	1810-0279
24	8.0k (24 V / 3 mA)	10 k	1810-0280

表 10-10

出力信号と J1、J2、J3 の対応

信号名	集合抵抗の位置
/OUT_OF_BINS, /BIN1 ～ /BIN8	J1
/BIN9, /AUX_BIN, /PHI, /PLO, /SREJ, /LOW_C_REJECT, /OVLD	J2
/INDEX, /EOM, /READY_FOR_TRIG, /ALARM	J3

工場出荷時には、集合抵抗は接続されていません。

ふたの取り外し手順

ここでは、ドライブ／プルアップ電源の設定やプルアップ抵抗の取り付けのために、本体裏面の小窓のふたを取り外す手順について説明します。

警告

この作業は電源ケーブルを抜いた後、10 分以上経過してから行ってください。4288A が動作状態、および電源オフの直後は、危険な電気エネルギーあるいは電圧が存在しています。したがって、電源ケーブルを抜いた後に充分な時間をおいて内部コンデンサを放電させる必要があります。

注記

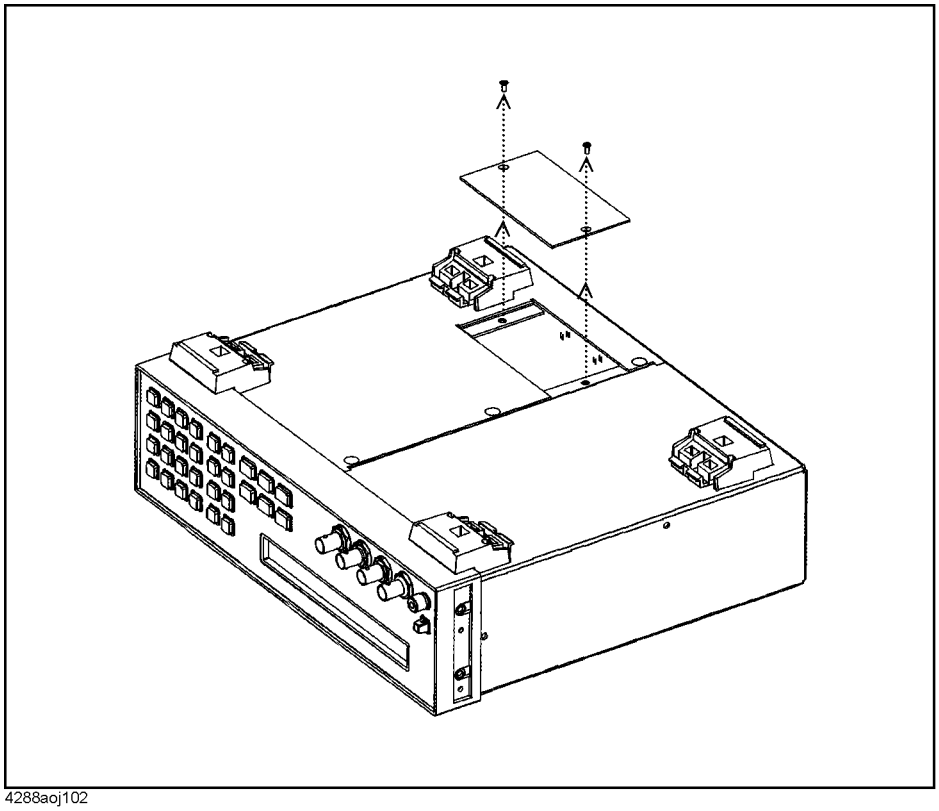
カバーの取り外しおよびドライブ／プルアップ電源の設定、プルアップ抵抗の取り付け作業は、静電気対策を施した場所で、グラウンド・ストラップを着用して行ってください。

手順 1. 4288A の電源ケーブルを抜き、10 分以上待ちます。

手順 2. 4288A を裏返します。

手順 3. 図 10-8 に示すように、ふたを固定している 2 本のねじを外します。

図 10-8 ふたの取り外し



4288aoj102

第 11 章　スキャナ・インタフェースの利用

スキャナ・インタフェースを介して、チャンネル毎（最大 64 組）の補正データの選択（マルチ補正機能）や、測定とスキャナ動作とのタイミング・コントロール信号を入出力することができます。本章では、スキャナ・インタフェースとマルチ補正機能を使用して、スキャンニング・システムを構成する際に必要な情報について解説します。

マルチ補正機能の使用方法

4288A には、事前に測定され格納されている最大 64 組の補正データを選択して使用する機能（マルチ補正機能）があります。この機能により、スキャナの各チャンネル毎のオープン／ショート／ロード補正を行い、各チャンネル間の測定経路の違いによる測定値のばらつきをキャンセルでき、信頼性の高い測定が行えます。

ここでは、マルチ補正機能の使用方法について説明します。

マルチ補正機能をオン／オフする

マルチ補正機能をオンに設定すると、事前に「マルチ補正用データを測定する」に示す手順で測定された各チャンネル毎の補正データを使用して誤差補正が行われます。

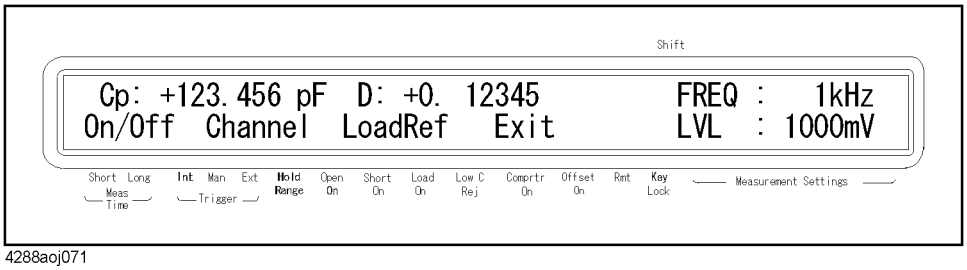
注記

マルチ補正機能のオン／オフはスキャナ・インタフェースのオン／オフと連動しています。マルチ補正機能がオフの場合には、スキャナ・インタフェースからのチャンネル番号入力（/CH0 ～ /CH5, /CH_VALID）は無視され、/INDEX, /EOM は Low レベルのままになります。ただし、/EXT_TRIG は、マルチ補正機能のオン／オフに関わらず、トリガ・モードが 外部トリガ（Ext）に設定されていれば有効です。

以下にマルチ補正機能のオン／オフ手順を示します。

手順 1. **[Scanner]**（**[青]** - **[9]**）キーを押します。図 11-1 のようなマルチ補正のメニュー画面が表示されます。

図 11-1　マルチ補正メニュー画面



4288aoj071

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、On/Off を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。マルチ補正機能のオン／オフ設定画面が表示されます。

手順 3. 点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目（Off または On）を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

チャンネルを選択する

フロント・パネルから選択する

以下にフロント・パネル・キーを使って、チャンネルを選択する手順を示します。

手順 1. **[Scanner]**（**[青]** - **[9]**）キーを押し、マルチ補正メニュー画面（図 11-1 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、Channel を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。チャンネル設定画面が表示されます。

手順 3. 数字キー等を使って選択するチャンネル番号（0 ～ 63）を入力し、**[Enter]** キーを押します。

スキャナ・インタフェースから選択する

スキャナ・インタフェースからチャンネルを選択するためには、/CH0 ～ /CH5, /CH_VALID 信号を使用します。これらの信号については「入出力信号のピン配置」（144 ページ）も参照してください。

チャンネル番号を /CH0 ～ /CH5 信号の High レベル（0）、Low レベル（1）状態により、2 進数で表現します。/CH5 信号が最上位ビットで、/CH0 信号が最下位ビットです。つまり、/CH5 信号が Low レベルで /CH0 ～ /CH4 信号が High レベルの場合は 32 を表し、/CH0 ～ /CH1 信号が Low レベルで /CH2 ～ /CH5 信号が High レベルの場合は 3 を表します。

/CH_VALID 信号は /CH0 ～ /CH5 信号の設定の有効／無効を制御します。つまり、トリガが掛かった時に、/CH_VALID 信号が Low レベルであれば、4288A のチャンネルは、/CH0 ～ /CH5 信号で表現されたチャンネル番号に設定されます。

したがって、チャンネルを設定する手順は以下の通りです。

手順 1. /CH_VALID 信号を High レベルに設定します。

手順 2. /CH0 ～ /CH5 信号でチャンネル番号を設定します。

手順 3. /CH_VALID 信号を Low レベルに設定します。

手順 4. トリガを掛けます。

/CH0 ～ /CH5、/CH_VALID 信号の設定タイミングについては、図 11-5 をご覧ください。

注記

チャンネル選択方法の違いによる実行タイミングの違いについて

フロント・パネル、または GPIB コマンドを使ったチャンネル選択の場合は、直ちに実行されます。一方、スキャナ・インタフェースの /CH0 ～ /CH5, /CH_VALID 信号を使ったチャンネル選択の場合は、信号の設定直後には実行されず、トリガが掛かると実行されます。

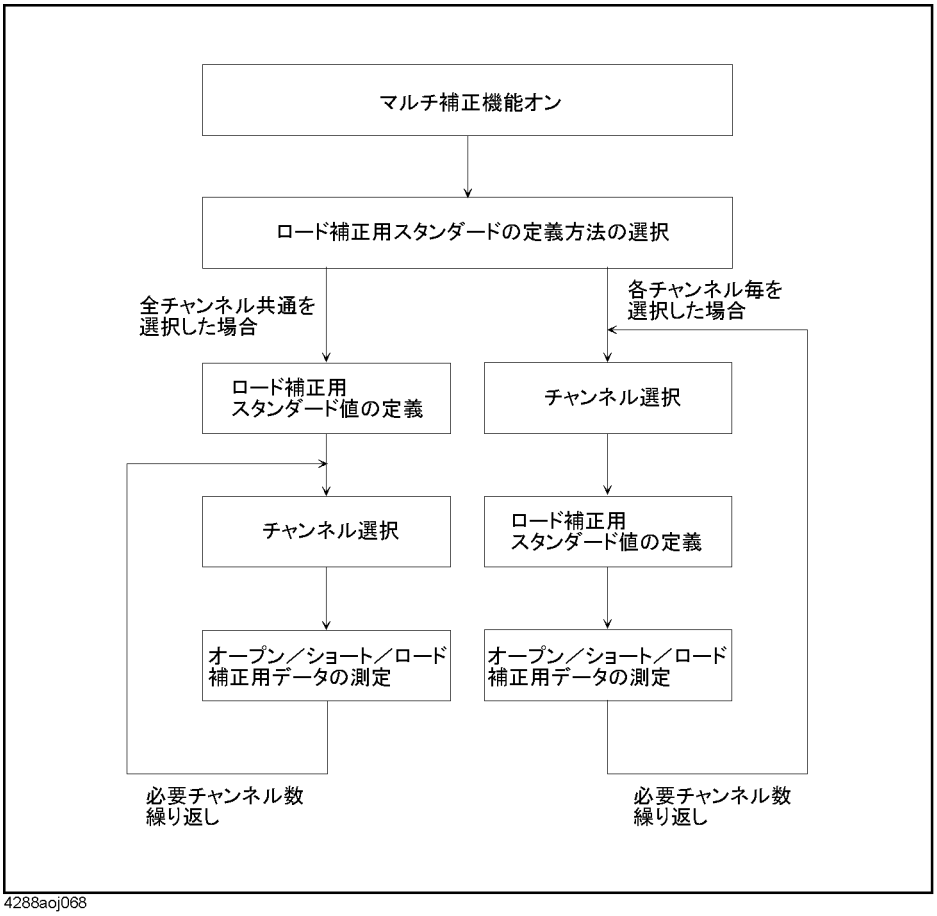
マルチ補正用データを測定する

マルチ補正用のオープン／ショート／ロード補正用データ測定の基本的な流れを図 11-2 に示します。

注記

マルチ補正機能用の補正データは、初期化できません。（リセット、電源オフのどちらを実行しても、値は保持されたままです。）

図 11-2 マルチ補正用の補正データ測定の流れ



4288aoj068

ロード補正用スタンダードの定義方法を選択する

ロード補正用スタンダード値（ロード補正用基準値）を各チャンネル毎に定義するか、全チャンネル共通に定義するかを選択することができます。各チャンネル毎の場合は、基準値を入力した時に選択されていたチャンネルの基準値として設定され、全チャンネル共通の場合は、設定時のチャンネル選択に関わらず、全チャンネル用として保存されます。図 6-15（83 ページ）を参照してください。

以下にロード補正用スタンダード値（ロード補正用基準値）の定義方法の選択手順を示します。

手順 1. **[Scanner]**（**[青]** - **[9]**）キーを押し、マルチ補正メニュー画面（図 11-1 参照）を表示させます。

手順 2. **[↑ →]** キーを使って、LoadRef を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。ロード補正用スタンダードの定義方法の設定画面が表示されます。

手順 3. 下表の項目の内、点滅している項目が現在の設定値です。**[↑ →]** キーを使って、設定したい項目を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

項目	説明
Single	全チャンネル共通の単一のロード補正用スタンダード値を定義します。
Multi	チャンネル毎に個別のロード補正用スタンダード値を定義します。

オープン／ショート／ロード補正用データを測定する

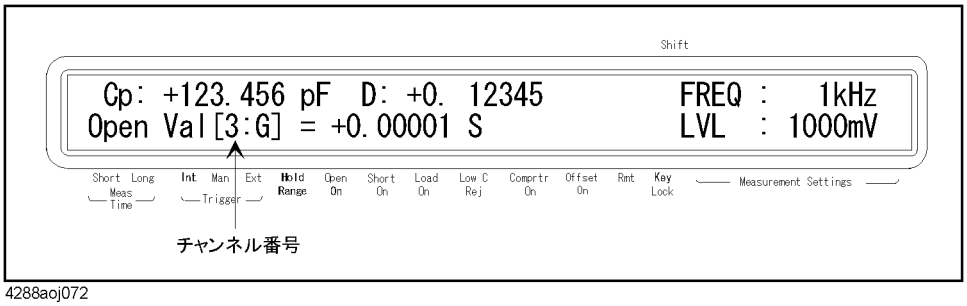
マルチ補正用のオープン／ショート／ロード補正用データの測定手順は、測定前に適切なチャンネルに設定しておく必要がある点を除き、通常の補正用データの場合と同じですので、「補正データの取得」（78 ページ）をご覧ください。

マルチ補正機能がオンの場合、オープン／ショート／ロード補正用データを測定すると、測定時に選択されていたチャンネルの補正データとして測定値が保存されます。補正データの構造については、図 6-12（78 ページ）、図 6-13（79 ページ）、および図 6-15（83 ページ）をご覧ください。

オープン／ショート／ロード補正用データを確認する

マルチ補正用のオープン／ショート／ロード補正用データの確認手順は、測定前に適切なチャンネルに設定しておく必要がある点と、表示画面にチャンネル番号の情報が追加される点（図 11-3 参照）を除き、通常の補正用データの場合と同じですので、「補正データの確認（表示）／設定」（87 ページ）をご覧ください。

図 11-3　マルチ補正オン時の補正用データ表示画面（オープン補正用データ G の場合）



4288aoj072

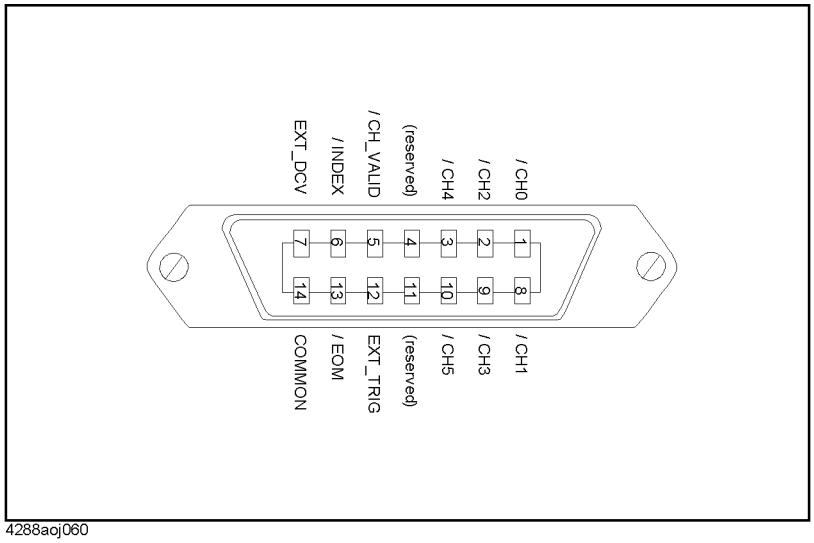
入出力信号のピン配置

図 11-4 にスキャナ・インタフェース・コネクタにおける各入出力信号のピン配置、表 11-1 に入出力信号の説明を示します。

注記

信号名の前に付いている /(斜線) は、その信号が負論理 (アクティブ・ロー) であることを示します。

図 11-4 スキャナ・インタフェース・コネクタのピン配置



4288aoj060

表 11-1 スキャナ・インタフェース入出力信号の説明

ピン番号	信号名	入力／出力	説明
1	/CH0	入力	チャンネル番号選択信号 (6 ビット・バイナリ入力) です。スキャナの各チャンネルに対応する補正データを選択します。最上位ビットは /CH5(ピン番号 10)、最下位ビットは /CH0(ピン番号 1) です。
2	/CH2		
3	/CH4		
4	(reserved)	———	現状では、使用されていません。
5	/CH_VALID	入力	チャンネル番号識別信号です。トリガが掛かった時に、この信号が Low レベルであれは、チャンネル番号選択信号によって設定されたチャンネル番号に 4288A のチャンネルが設定されます。
6	/INDEX	出力	アナログ測定終了信号です。アナログ測定が終了した時、Low レベルになります。この信号を受け取ると、スキャナのチャンネルを切換えることができます。ただし、/EOM 信号を受け取るまで、測定データを得ることはできません。
7	EXT_DCV	入力	外部直流電圧です。出力信号 (/INDEX, /EOM)、および入力信号 (EXT_TRIG, /CH0 ～ /CH5,/CH_VALID)、に電圧を供給します。入力電圧の範囲は +5V ～ +15V です。
8	/CH1		チャンネル番号選択信号 (6 ビット・バイナリ入力) です。スキャナの各チャンネルに対応する補正データを選択します。最上位ビットは /CH5(ピン番号 10)、最下位ビットは /CH0(ピン番号 1) です。
9	/CH3		
10	/CH5		
11	(reserved)	———	現状では、使用されていません。
12	EXT_TRIG	入力	外部トリガ信号です。トリガモードが外部トリガ (Ext) に設定されている場合に有効です。パルスの立ち上がりでトリガが掛かります。
13	/EOM	出力	測定サイクル終了信号です。測定の一連の作業が終了し、測定データが有効になった時に、Low レベルになります。
14	COMMON	———	EXT_DCV (ピン番号 7) の外部直流電圧のコモンです。

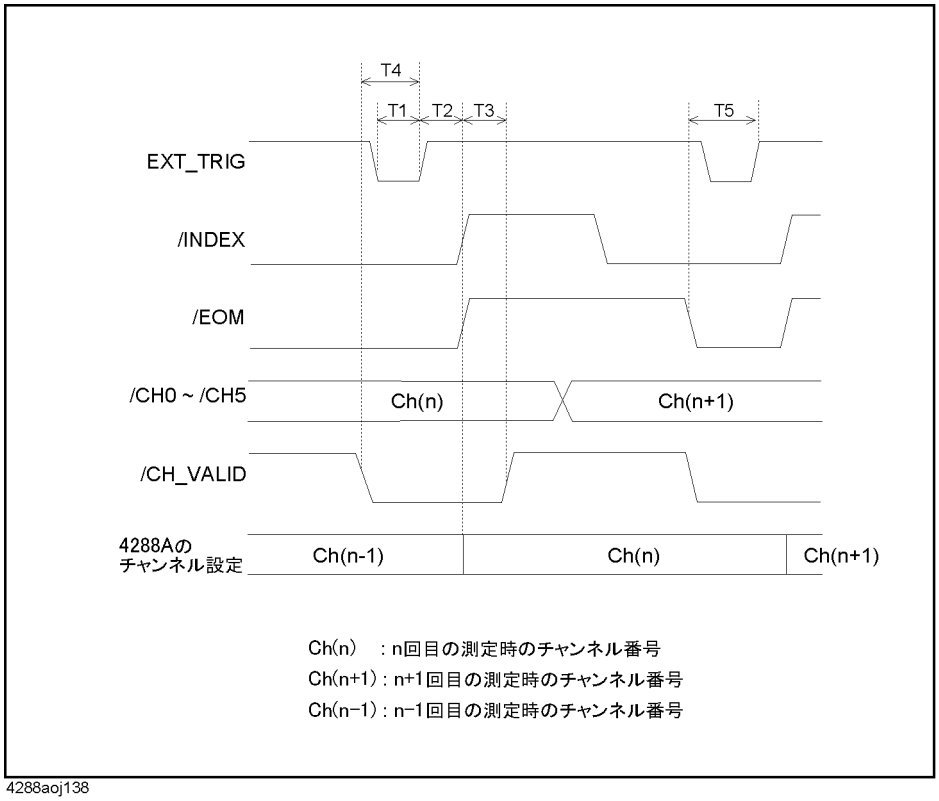
タイミング・チャート

図 11-5 にタイミング・チャートを示します。図中の T1 ～ T5 の値は、下表の通りです。

時間（参考データ）		最小値	最大値
T1	トリガ・パルス幅	1 µs	——
T2	/INDEX、/EOM のトリガ反応時間	——	400 µs*1
T3	チャンネル番号入力ホールド時間	0 µs	——
T4	チャンネル番号入力セットアップ時間	0 µs	——
T5	トリガ待ち時間	0 µs	——

*1. ディスプレイ表示がオフの時

図 11-5 スキャナ・インタフェースのタイミング・チャート



4288aoj138

電気的特性

出力信号

各出力信号（/INDEX, /EOM）は、フォトカプラのオープンコレクタ出力です。各出力は、4288A の外部にプルアップ抵抗（表 11-2 参照）を接続することにより、電圧出力が得られます。

表 11-2　プルアップ抵抗値の目安

プルアップ電圧 [V]	抵抗値 [Ω]	代表的な抵抗	
		抵抗値 [Ω]	Agilent 部品番号
5	1.7k（5 V / 3 mA）	1.78k	0757-0278
9	3.0k（9 V / 3 mA）	3.16k	0757-0279
12	4.0k（12 V / 3 mA）	4.22k	0698-3154
15	5.0k（15 V / 3 mA）	5.11k	0757-0438

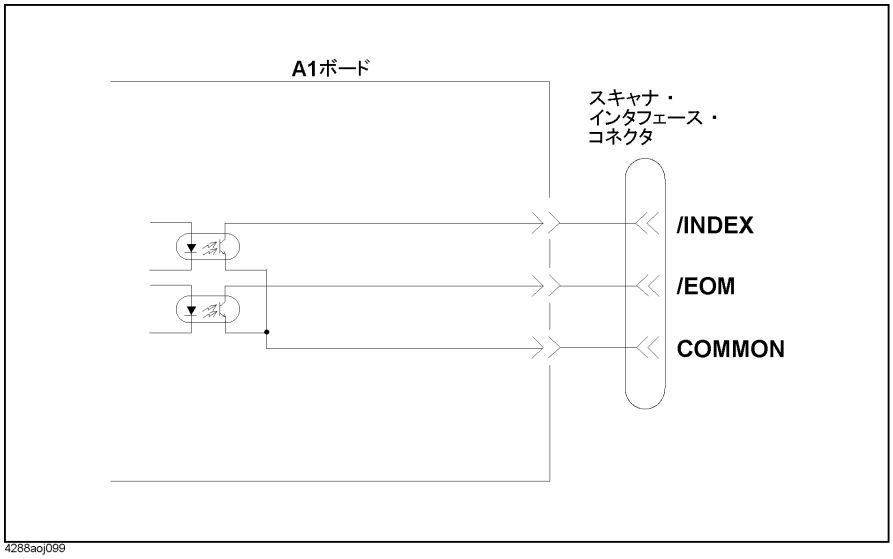
表 11-3 に出力信号の電気的特性を示します。また、図 11-6 に出力信号の回路図を示します。

表 11-3　スキャナ・インタフェース出力信号の電気的特性

出力信号	出力電圧 [V]		最大電流 [mA]
	Low	High	
/INDEX, /EOM	0 ～ 0.5	EXT_DCV*1	6

*1.EXT_DCV: +5V ～ +15V

図 11-6　スキャナ・インタフェース出力信号回路図



入力信号

各入力信号は、フォトカプラの LED(カソード側) に接続されています。LED(アノード側) は、ドライブ用電源電圧に接続されています。

表 11-4 に入力信号の電気的特性を示します。また、図 11-7、図 11-8 に入力信号の回路図を示します。LED に流れる電流の大きさは、ドライブ用電源電圧とチャンネル制御 (/CH0 ～ /CH5, /CH_VALID) 信号用抵抗設定スイッチ (S1) および外部トリガ (EXT_TRIG) 信号用抵抗設定スイッチ (S3) の設定により変わります。

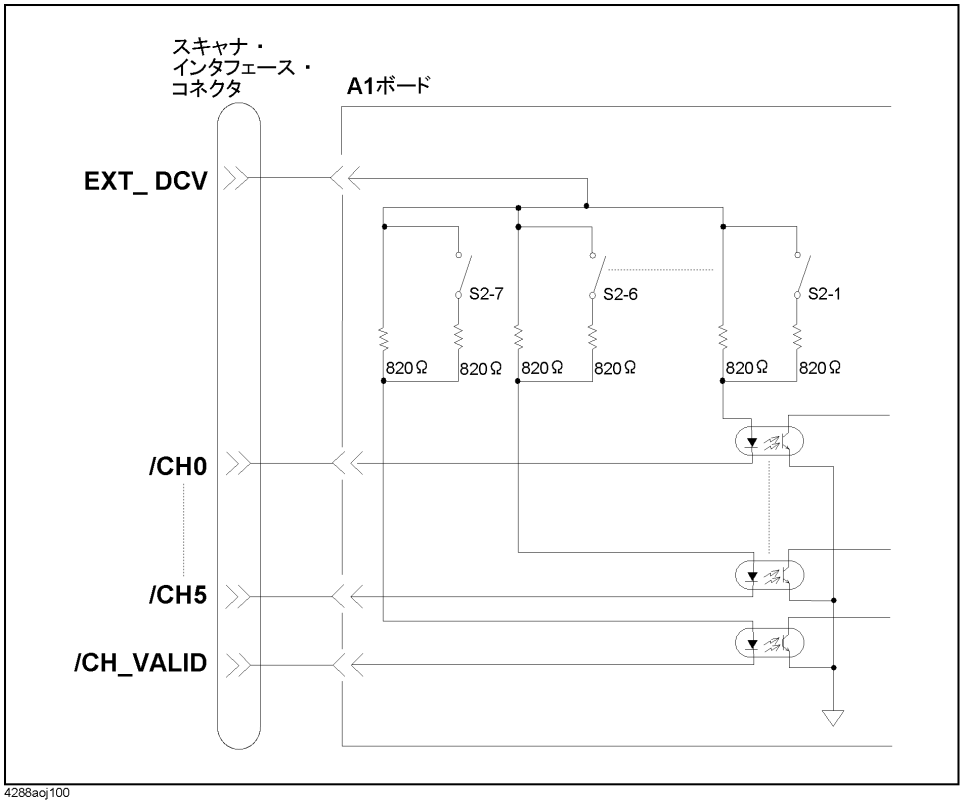
S1, S3 の設定方法については「入力信号用抵抗の設定」（150 ページ）をご覧ください。

表 11-4　スキャナ・インタフェース入力信号の電気的特性

入力信号	入力電圧 [V]		入力電流（Low の時）[mA](代表値)*1		
			プルアップ電源電圧 EXT_DCV		
	Low	High	5V	12V	15V
/CH0 ～ /CH5, /CH_VALID	0 ～ 1	EXT_DCV	9.0	12.7	16.2
EXT_TRIG			3.7	4.6	5.9

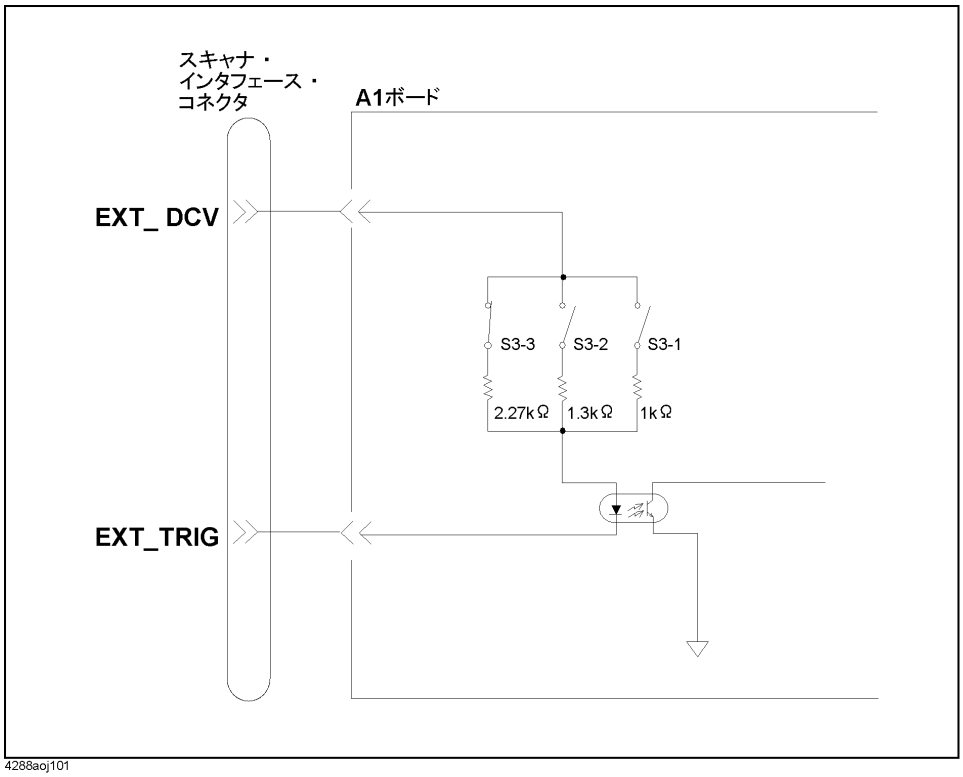
*1. 表 11-5（150 ページ）に従って S2 と S3 を正しく設定した場合

図 11-7　スキャナ・インタフェース入力信号 (チャンネル制御信号) 回路図



4288aoj100

図 11-8 スキャナ・インタフェース入力信号 (外部トリガ信号) 回路図



4288aoj101

電源

電源は外部電源 (EXT_DCV) のみ使用可能です。外部電源は、以下の電圧範囲内に設定してください。

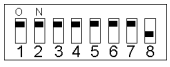
	電圧範囲 [V]
EXT_DCV	+5 ～ +15

入力信号用抵抗の設定

外部電源（EXT_DCV）の電圧設定に応じて、チャンネル制御（/CH0 ～ /CH5, /CH_VALID）信号用抵抗設定スイッチ（S2）および外部トリガ（EXT_TRIG）信号用抵抗設定スイッチ（S3）で入力信号用抵抗を設定する必要があります。

「ふたの取り外し手順」（138 ページ）の手順で、4288A 裏面の小窓のふたを取り外すと S2 および S3 の設定を変更できます。また、S2 および S3 の位置は、図 10-7（134 ページ）をご覧ください。

表 11-5　S2 と S3 の設定

	外部電源（EXT_DCV）の電圧設定 [V]			
	5 < EXT_DCV ≤6	6 < EXT_DCV ≤8	8 < EXT_DCV ≤9	9 < EXT_DCV ≤15V
S2			（工場出荷時）	
S3				（工場出荷時）

第 12 章　仕様と参考データ

本章では、Agilent 4288A キャパシタンス・メータの仕様と参考データを記載します。

定義

仕様は特に明記しない限り、0°C から 45°C の温度範囲でかつ電源投入後 10 分以上のウォームアップ後に動作させたときの性能を示します。

仕様： 製品の保証される性能を示します。仕様は、製品のばらつき、校正時の測定の不確かさ、環境による性能の変化等を考慮しています。

参考データは、製品を有効にお使いいただくためのデータで保証された性能を示すものではありません。これらのデータは、下記の表記とともに記載されます。

代表値： 製品の平均的な性能を示します。製品のばらつき、測定の不確かさ、環境による性能の変化等は考慮されていません。

公称値： 製品の一般的データを示すものであり、製品の性能レベルを意味するものではありません。

基本仕様

測定パラメータ

- Cp-D, Cp-Q, Cp-Rp, Cp-G
- Cs-D, Cs-Q, Cs-Rs

ここで

Cp:	並列等価回路モデルで測定した場合のキャパシタンス値
Cs:	直列等価回路モデルで測定した場合のキャパシタンス値
D:	損失係数
Q:	Quality factor（D の逆数）
G:	並列等価回路モデルで測定した場合の等価並列コンダクタンス
Rp:	並列等価回路モデルで測定した場合の等価並列抵抗
Rs:	直列等価回路モデルで測定した場合の等価直列抵抗

測定信号

周波数	設定可能周波数		1 kHz 1 MHz 0.99 MHz（1 MHz -1 %） 1.01 MHz（1 MHz +1 %） 1.02 MHz（1 MHz +2 %）
	確度		± 0.02 %
レベル	範囲		0.1 V ～ 1.0 V
	分解能		0.1 V
	確度		± 5 %
出力インピーダンス	周波数：1 kHz	測定レンジ：100 pF ～ 100 nF	20 Ω（公称値）
		測定レンジ：220 nF ～ 10 µF	1 Ω（公称値）
	周波数 :1 MHz		20 Ω（公称値）

測定ケーブル長

0m、1m、2m

測定時間モード

ショート（Short）モード、ロング（Long）モード

各モードの測定時間については、「測定時間」（161 ページ）をご覧ください。

測定レンジ切換

自動 (オート・レンジ・モード)、手動 (ホールド・レンジ・モード)

測定レンジ

測定信号周波数： 1 kHz の場合			測定信号周波数： 1 MHz の場合		
100 pF	220 pF	470 pF	1 pF	2.2 pF	4.7 pF
1 nF	2.2 nF	4.7 nF	10 pF	22 pF	47 pF
10 nF	22 nF	47 nF	100 pF	220 pF	470 pF
100 nF	220 nF	470 nF	1 nF		
1 µF	2.2 µF	4.7 µF			
10 µF					

各測定レンジで測定可能な範囲については、「測定可能範囲」（155 ページ）をご覧ください。

アベレージング

範囲	1 ～ 256 回
分解能	1

トリガ・モード

内部トリガ (Int)、手動トリガ (Man)、外部トリガ (Ext)、GPIB トリガ (Bus)

トリガ遅延時間

範囲	0 ～ 1.000 s
分解能	1 ms

測定値表示範囲

表 12-1 にディスプレイに表示可能な測定値の範囲を示します。

表 12-1 測定値表示可能範囲

パラメータ	測定値表示範囲
Cs, Cp	-99.9999 μF ～ -0.00001 pF, 0, 0.00001 pF ～ 99.9999 μF
D	-9.99999 ～ -0.00001, 0, 0.00001 ～ 9.99999
Q	-99999.9 ～ -0.1, 0, 0.1 ～ 99999.9
Rs, Rp	-999.999 MΩ～ -0.001 mΩ, 0, 0.001 mΩ～ 999.999 MΩ
G	-9.99999 kS ～ -0.00001 μS, 0, 0.00001 μS ～ 9.99999 kS
Δ%	-999.999 % ～ -0.001 %, 0, 0.001 % ～ 999.999 %

測定可能範囲

表 12-2、表 12-3 に D（損失係数）≤0.5 の場合の各測定レンジの推奨測定範囲（精度良く測定するための推奨範囲）と有効測定範囲（オーバーロードにならない範囲）を示します。

表 12-2　測定周波数 1 kHz 時の各測定レンジで測定可能なキャパシタンスの範囲

測定レンジ	推奨測定範囲	有効測定範囲
100 pF	68 pF ～ 150 pF	0 F ～ 150 pF
220 pF	150 pF ～ 330 pF	0 F ～ 330 pF
470 pF	330 pF ～ 680 pF	0 F ～ 680 pF
1 nF	680 pF ～ 1.5 nF	0 F ～ 1.5 nF
2.2 nF	1.5 nF ～ 3.3 nF	0 F ～ 3.3 nF
4.7 nF	3.3 nF ～ 6.8 nF	0 F ～ 6.8 nF
10 nF	6.8 nF ～ 15 nF	0 F ～ 15 nF
22 nF	15 nF ～ 33 nF	0 F ～ 33 nF
47 nF	33 nF ～ 68 nF	0 F ～ 68 nF
100 nF	68 nF ～ 150 nF	0 F ～ 150 nF
220 nF	150 nF ～ 330 nF	0 F ～ 330 nF
470 nF	330 nF ～ 680 nF	0 F ～ 680 nF
1 µF	680 nF ～ 1.5 µF	0 F ～ 1.5 µF
2.2 µF	1.5 µF ～ 3.3 µF	0 F ～ 3.3 µF
4.7 µF	3.3 µF ～ 6.8 µF	0 F ～ 6.8 µF
10 µF	6.8 µF ～ 20 µF	0 F ～ 20 µF

表 12-3　測定周波数 1 MHz 時の各測定レンジで測定可能なキャパシタンスの範囲

測定レンジ	推奨測定範囲	有効測定範囲
1 pF	680 fF ～ 1.5 pF	0 F ～ 1.5 pF
2.2 pF	1.5 pF ～ 3.3 pF	0 F ～ 3.3 pF
4.7 pF	3.3 pF ～ 6.8 pF	0 F ～ 6.8 pF
10 pF	6.8 pF ～ 15 pF	0 F ～ 15 pF
22 pF	15 pF ～ 33 pF	0 F ～ 33 pF
47 pF	33 pF ～ 68 pF	0 F ～ 68 pF
100 pF	68 pF ～ 150 pF	0 F ～ 150 pF
220 pF	150 pF ～ 330 pF	0 F ～ 330 pF
470 pF	330 pF ～ 680 pF	0 F ～ 680 pF
1 nF	680 pF ～ 1.5 nF	0 F ～ 1.5 nF

測定確度

測定確度は、以下のすべての条件を満足する場合に規定されます。

- ❏ ウォームアップ時間 10 分以上
- ❏ 周囲温度 :18 °C ～ 28 °C
- ❏ オープン補正を実行
- ❏ 測定ケーブル長： 0 m、1m、または 2 m（16048A/B/D）
- ❏ D（損失係数）≤0.5

Cp、Cs、D、G、Rs の確度

D ≤0.1 の場合の Cp、Cs、D、G、Rs の測定確度を表 12-4、表 12-5 に示します。これらの表における確度の読み方は、以下の通りです。

- 確度の計算式は、測定時間モードにより異なり、表中では上段がショート・モードの場合、下段がロング・モードの場合を示しています。
- 算出された確度の読み方は、Cp、Cs の場合、±（誤差の測定値に対するパーセンテージ）、D、G、Rs の場合、±（誤差の絶対値）です。

0.1 < D ≤0.5 の場合は、表 12-4、および表 12-5 から得られた確度に、下表の係数を掛ける必要があります。

パラメータ	係数
Cp、Cs、G、Rs*1	$1 + D^2$
D	1 + D

*1.測定の従パラメータに D 以外を選択している場合は、図 5-1（52 ページ）中のパラメータの関係式から D を算出する必要があります。

また、周囲温度が 18 °C ～ 28 °C の範囲を超えた場合の確度（代表値）は、上記により得られた確度に下表の係数を掛けた値になります。

	係数
0 °C ≤周囲温度 < 8 °C	3
8 °C ≤周囲温度 < 18 °C	2
18 °C ≤周囲温度 ≤28 °C	1
28 °C < 周囲温度 ≤38 °C	2
38 °C < 周囲温度 ≤45 °C	3

D ≤0.1、周囲温度 18 °C ～ 28 °C の場合に、各測定レンジの推奨測定範囲（表 12-2、表 12-3 参照）で測定した時の Cp、Cs、D の確度を図 12-1、図 12-2、図 12-3、図 12-4 に示します。

表 12-4　　Cp,Cs,D,G,Rs の測定確度（測定周波数 1 kHz の場合）

測定レンジ	測定パラメータ			
	Cp、Cs [%]	D	G [nS]	Rs [Ω]
100 pF	0.055 + 0.070 × K 0.055 + 0.030 × K	0.00035 + 0.00070 × K 0.00035 + 0.00030 × K	(3.5 + 4.5 × K) × Cx (3.5 + 2.0 × K) × Cx	(90 + 120 × K) / Cx (90 + 50 × K) / Cx
220 pF	0.055 + 0.045 × K 0.055 + 0.020 × K	0.00035 + 0.00045 × K 0.00035 + 0.00020 × K	(3.5 + 3.0 × K) × Cx (3.5 + 1.5 × K) × Cx	(90 + 75 × K) / Cx (90 + 35 × K) / Cx
470 pF 1 nF 2.2 nF 4.7 nF 10 nF 22 nF 47 nF 100 nF 220 nF 470 nF 1 µF 2.2 µF 4.7 µF 10 µF	0.055 + 0.030 × K 0.055 + 0.015 × K	0.00035 + 0.00030 × K 0.00035 + 0.00015 × K	(3.5 + 2.0 × K) × Cx (3.5 + 1.0 × K) × Cx	(90 + 50 × K) / Cx (90 + 25 × K) / Cx

表 12-5　　Cp,Cs,D,G,Rs の測定確度（測定周波数 1 MHz の場合）

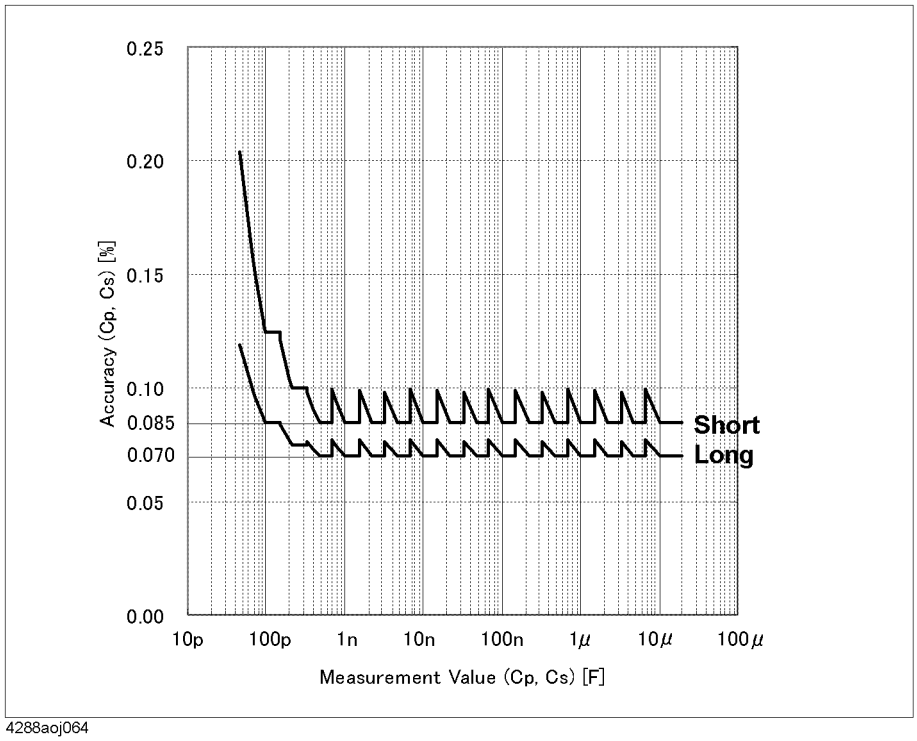
測定レンジ	測定パラメータ			
	Cp、Cs [%]	D	G [nS]	Rs [Ω]
1 pF	0.055 + 0.070 × K 0.055 + 0.030 × K	0.00035 + 0.00070 × K 0.00035 + 0.00030 × K	(3.5 + 4.5 × K) × Cx (3.5 + 2.0 × K) × Cx	(90 + 120 × K) / Cx (90 + 50 × K) / Cx
2.2 pF	0.055 + 0.045 × K 0.055 + 0.020 × K	0.00035 + 0.00045 × K 0.00035 + 0.00020 × K	(3.5 + 3.0 × K) × Cx (3.5 + 1.5 × K) × Cx	(90 + 75 × K) / Cx (90 + 35 × K) / Cx
4.7 pF 10 pF 22 pF 47 pF 100 pF 220 pF 470 pF 1 nF	0.055 + 0.030 × K 0.055 + 0.015 × K	0.00035 + 0.00030 × K 0.00035 + 0.00015 × K	(3.5 + 2.0 × K) × Cx (3.5 + 1.0 × K) × Cx	(90 + 50 × K) / Cx (90 + 25 × K) / Cx

表 12-4、表 12-5 において、Cx はキャパシタンス（Cp または Cs）の測定値 [nF（1 kHz の場合）、pF（1 MHz の場合）]、K は以下の通りです。

Cx ≤Cr の場合： K = (1/Vs) × (Cr/Cx)
Cx > Cr の場合： K = 1/Vs

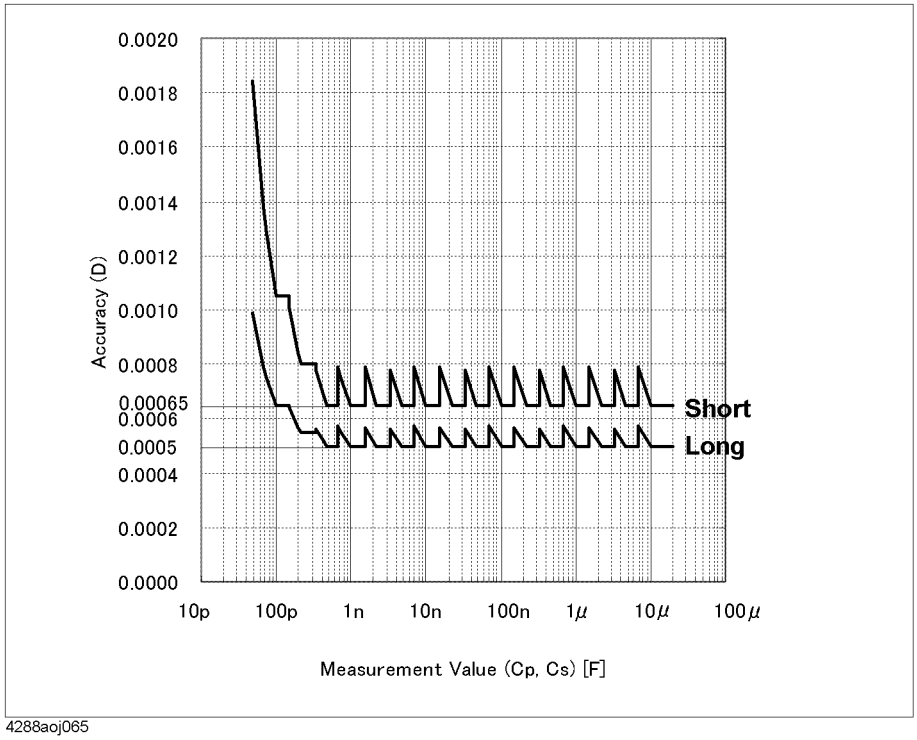
ここで、Cr は測定レンジ [nF（1 kHz の場合）、pF（1 MHz の場合）]、Vs は測定信号レベル [V] です。

図 12-1 測定周波数 1 kHz の場合の Cp、Cs の確度（測定信号レベル 1V）



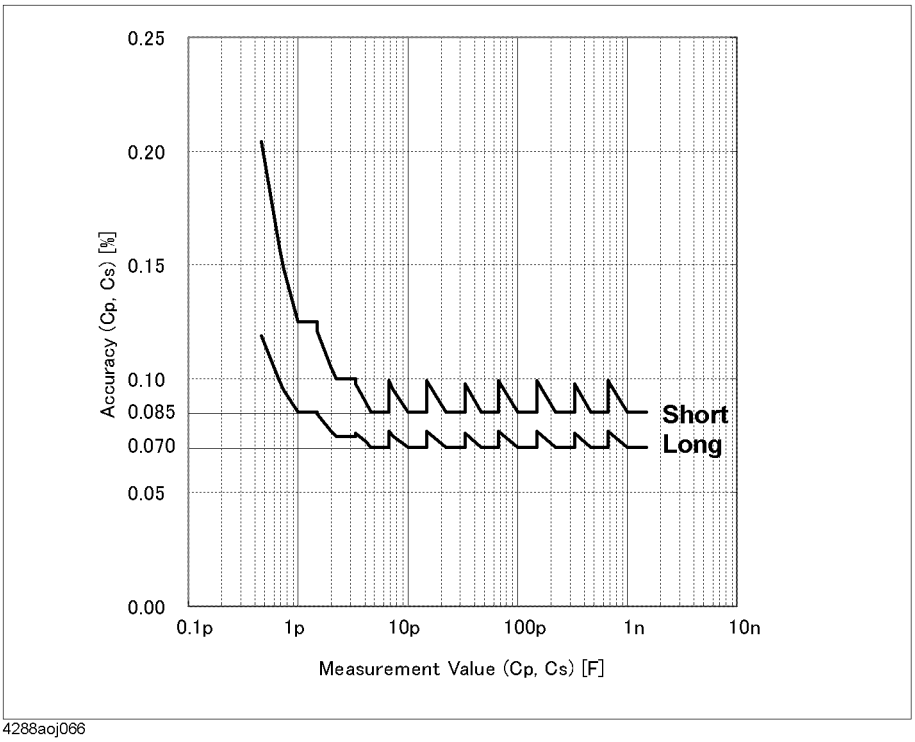
4288aoj064

図 12-2 測定周波数 1 kHz の場合の D の確度（測定信号レベル 1V）



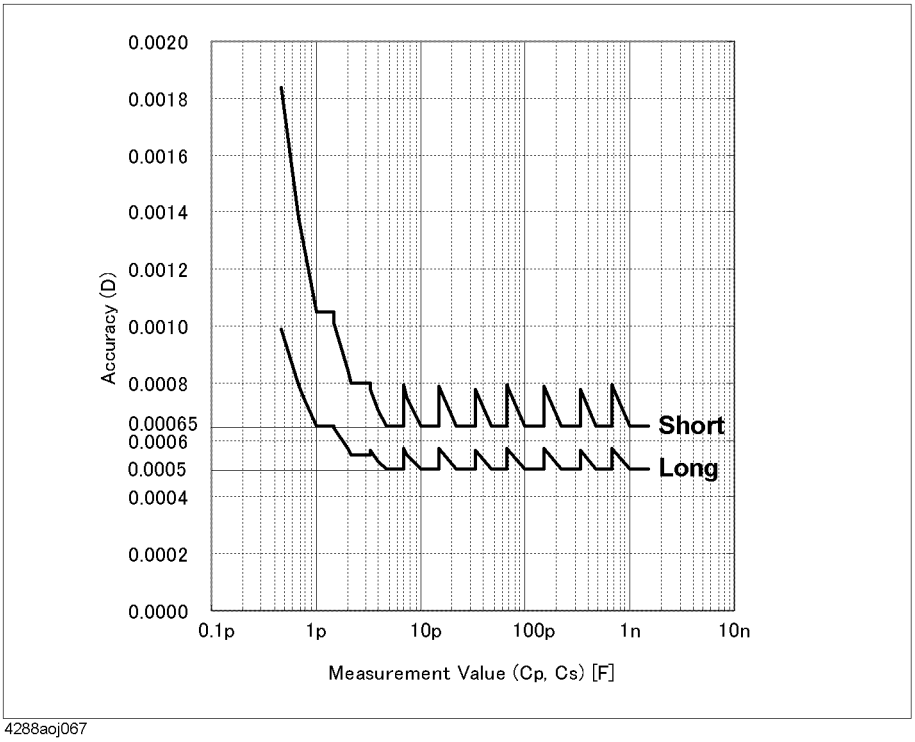
4288aoj065

図 12-3 測定周波数 1 MHz の場合の Cp、Cs の確度（測定信号レベル 1V）



4288aoj066

図 12-4 測定周波数 1 MHz の場合の D の確度（測定信号レベル 1V）



4288aoj067

Q の確度

Q の確度は、D の確度を用いて、下式で算出されます。

数式 12-1 **Q の確度の算出式**

$$Qe = \frac{\pm Qx^2 \times De}{1 \mp Qx \times De}$$

ここで、Qe は Q の確度、De は D の確度、Qx は Q の測定値です。

Rp の確度

Rp の確度は、G の確度を用いて、下式で算出されます。

数式 12-2 **Rp の確度の算出式**

$$Rpe = \frac{\pm Rpx^2 \times Ge}{1 \mp Rpx \times Ge}$$

ここで、Rpe は Rp の確度、Ge は G の確度、Rpx は Rp の測定値です。

測定時間

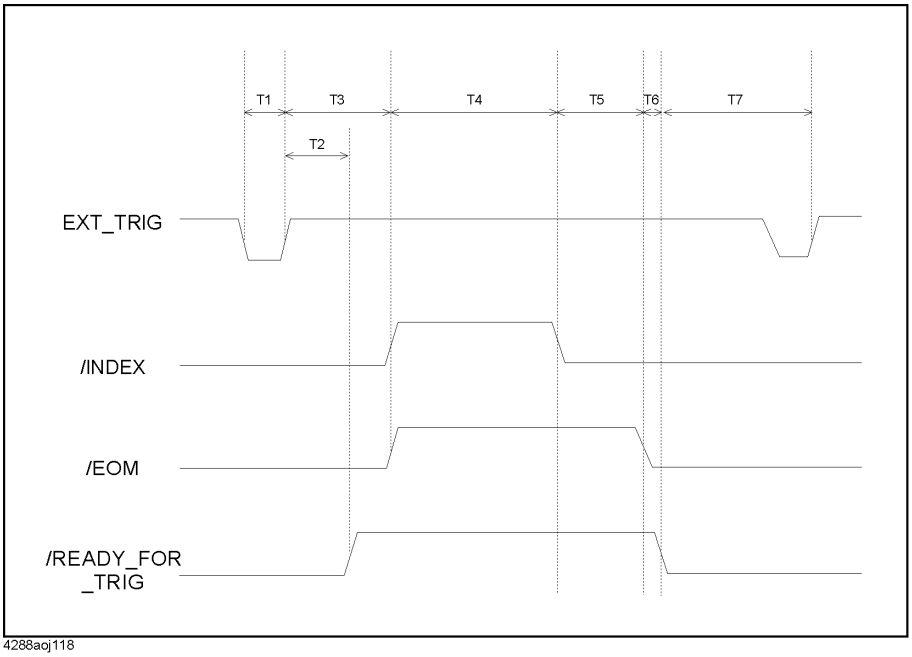
各測定時間モード時の測定時間を表 12-6 に示します。

表 12-6　測定時間

測定時間モード	測定時間（図 12-5 の T3+T4+T5）
ショート	6.5 ± 0.5 ms
ロング	16.5 ± 1.0 ms

参考データとして、図 12-5 のタイミング・チャートで示される測定サイクルの各時間を示します。

図 12-5　タイミング・チャートと測定時間



下記条件を満たす場合の T1 ～ T7 の値を表 12-7 に示します。

ディスプレイ表示：　オフ

測定レンジ・モード：　ホールド・レンジ・モード (Hold)

トリガ遅延時間：　0 ms

アベレージング回数：　1 回

（補正機能、コンパレータ機能のオン／オフによる影響はありません。）

表 12-7 T1 ～ T7 の値（代表値）

			測定時間モード	最小値	代表値	最大値
T1	トリガ・パルス幅		関係なし	1 µs*1	—	—
T2	/READY_FOR_TRIG のトリガ・反応時間		関係なし	—	200 µs	350 µs
T3	測定時間（T3+T4+T5）	/INDEX, /EOM のトリガ・反応時間	関係なし	—	250 µs	400 µs
T4	測定時間（T3+T4+T5）	アナログ測定時間（/INDEX）	ショート	—	4.25 ms	—
			ロング	—	14.25 ms	—
T5	測定時間（T3+T4+T5）	測定演算時間	関係なし	—	2.0 ms	—
T6	/READY_FOR_TRIG 設定時間		関係なし	—	15 µs	30 µs
T7	トリガ待ち時間		関係なし	0 µs	—	—

*1. ハンドラ・インタフェースからトリガ信号を入力した場合

表示時間

ディスプレイ表示がオンの場合、表示更新に要する時間（表示時間）が必要となります。表示時間は、表 12-8 のように機器設定表示エリア（**[Show Setting]** キーで表示項目を選択）の表示ページに依存します。また、偏差測定モードのオン／オフは、表示時間に影響を与えません。

表 12-8 表示時間

機器設定表示エリア			表示時間（代表値）
ページ番号	表示項目		
1	測定信号周波数と測定信号レベルの設定		2.5 ms
2	アベレージング回数とケーブル長の設定		
3	測定レンジとトリガ遅延時間の設定		4.0 ms
4	測定信号電圧／電流レベル・モニタ結果		
5	マルチ補正の設定		
6	ハンドラ出力（コンパレータ選別判定結果）		
7 ～ 18	コンパレータのリミット範囲設定		
19 ～ 24	BIN カウント結果		
25 ～ 34	補正データ	マルチ補正オフの場合	2.5 ms
		マルチ補正オンの場合	4.0 ms

ディスプレイ表示の更新タイミング

ディスプレイ表示は、測定終了（/EOM の立ち下がり）直後に更新されます。ただし、測定中に外部コントローラから測定データの読み出し要求（HTBasic の場合は ENTER）が実行されている場合は、測定データの転送終了後に更新されます。（ディスプレイ表示の更新開始後に外部コントローラから測定データの読み出し要求が実行された場合は、更新終了後に測定データの転送が行われます。）

アベレージング回数増加による測定時間への影響

アベレージング回数が増加した場合、T4 の値は下式で算出された値（代表値）となります。

測定周波数	測定時間モード	T4 の計算式*1（代表値）
1 kHz	ショート	$T4 = 4.85 \times Ave - 0.6$
	ロング	$T4 = 14.85 \times Ave - 0.6$
1 MHz	ショート	$T4 = \left(4 \times \frac{100}{100 + Fshift} + 0.85\right) \times Ave - 0.6$
	ロング	$T4 = \left(14 \times \frac{100}{100 + Fshift} + 0.85\right) \times Ave - 0.6$

*1. *Ave* はアベレージング回数、*Fshift* は周波数シフトの設定値（-1、0、1、2 のいずれか）です。

GPIB による測定データ転送時間

下記条件の場合の測定データ転送時間を表 12-9 に示します。

ホスト・コンピュータ： HP9000 シリーズ／モデル C200

ディスプレイ表示： オン

測定レンジ・モード： ホールド・レンジ・モード (Hold)

オープン／ショート／ロード補正： オン

測定信号レベル・モニタ： オフ

BIN カウント： オフ

表 12-9 測定データ転送時間（代表値）

		データ転送フォーマット	コンパレータ	
			オン	オフ
:FETC? コマンドによる測定結果読み出しに要する時間（コマンド送出＋データ転送）		ASCII	2.3 ms	2.1 ms
		バイナリ	2.5 ms	2.3 ms
:READ? コマンドによる測定結果読み出しに要する時間	コマンド送出	ASCII	1.9 ms	1.9 ms
	データ転送		1.7 ms	1.5 ms
	コマンド送出	バイナリ	1.9 ms	1.9 ms
	データ転送		1.4 ms	1.2 ms
:DATA? BUF3 コマンドによる 1000 回分の測定結果読み出しに要する時間（コマンド送出＋データ転送）		ASCII	1.40 s	1.15 s
		バイナリ	0.65 s	0.49 s

測定補助機能

補正機能

オープン補正、ショート補正、ロード補正、オフセット補正を使用可能

マルチ補正機能

- 64 チャンネルのオープン／ショート／ロード補正
- チャンネル毎にロード補正用スタンダード値を定義可能

ディスプレイ

40 桁× 2 行 LCD ディスプレイを装備

偏差測定機能

基準値からの偏差、基準値からの偏差のパーセンテージを結果として出力可能

コンパレータ機能

BIN ソート	主パラメータを 9 個の BIN、OUT_OF_BINS、AUX_BIN、LOW_C_REJECT に、従パラメータを High、In、Low に選別可能
リミット設定	絶対値、偏差値、および % 偏差値で設定可能
Bin カウント	0 から 999999 までカウント可能

Low C リジェクト機能

キャパシタンス測定結果が異常に低い場合、測定異常として自動検出可能

測定信号レベル・モニタ機能

- 測定電圧、測定電流をモニタ可能
- レベル・モニタ確度（代表値）: ±(3%+1mV)

データ・バッファ機能

最大 1000 回分の測定結果をまとめて読み出し可能

セーブ／リコール機能

内蔵の不揮発性メモリに 10 通りまでの設定条件の書き込み / 読み出しが可能

リジューム機能

- 電源オフ時に自動的に記憶した機器設定を、電源オン時に再現
- 記憶保持時間（代表値）: 72 時間 (23±5°C)

キー・ロック機能

フロント・パネル・キーをロック可能

GPIB インタフェース

IEEE488.1、2 に準拠、SCPI に準拠

ハンドラ・インタフェース

入出力信号は負論理で、光アイソレートされたオープン・コレクタ信号

出力信号　　Bin1 ～ Bin9, Out of Bins, Aux Bin, P-Hi, P-Lo, S-Reject, INDEX, EOM, Alarm, OVLD, Low C Reject

入力信号　　Keylock, Ext-Trigger

スキャナ・インタフェース

入出力信号は負論理で、光アイソレートされたオープン・コレクタ信号

出力信号　　INDEX, EOM

入力信号　　Ch0 ～ Ch5, Ch valid, Ext-Trigger

測定回路保護

充電されたコンデンサが UNKNOWN 端子に接続された場合に、内部回路を保護できる最高の放電耐電圧は次の通りです。

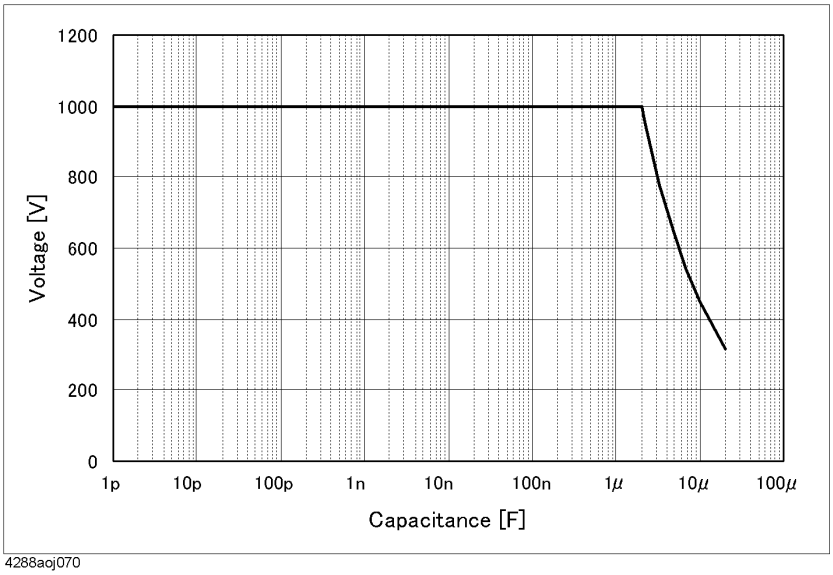
注記

コンデンサが充電されている場合は、充分に放電してから UNKNOWN 端子（あるいはテスト・フィクスチャ）に接続してください。

表 12-10　最高放電耐電圧（代表値）

最高放電耐電圧	測定試料の容量値 C の範囲
1000 V	C < 2 µF
$\sqrt{2}/C$ V	C ≥ 2 µF

図 12-6　最高放電耐電圧（代表値）



4288aoj070

一般仕様

電源

電圧	90 VAC ～ 132 VAC, 198 VAC ～ 264 VAC
周波数	47 Hz ～ 66 Hz
消費電力	最大 35 W / 最大 100 VA

動作環境

温度	0°C ～ 45°C
湿度 (≤40°C、結露しないこと)	15 % ～ 95 % RH
高度	0 m ～ 2000 m

保管環境

温度	-40°C ～ 70°C
湿度 (≤65°C、結露しないこと)	0 % ～ 90 % RH
高度	0 m ～ 4572 m

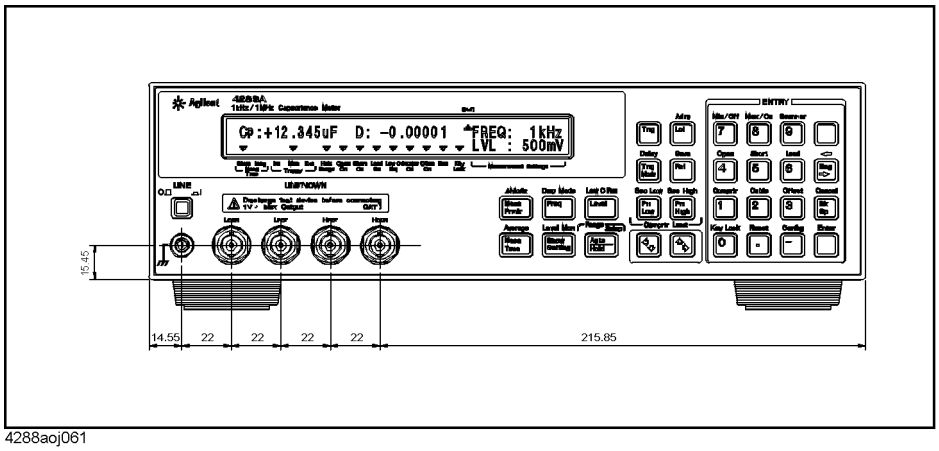
重量

3kg （公称値）

外形寸法

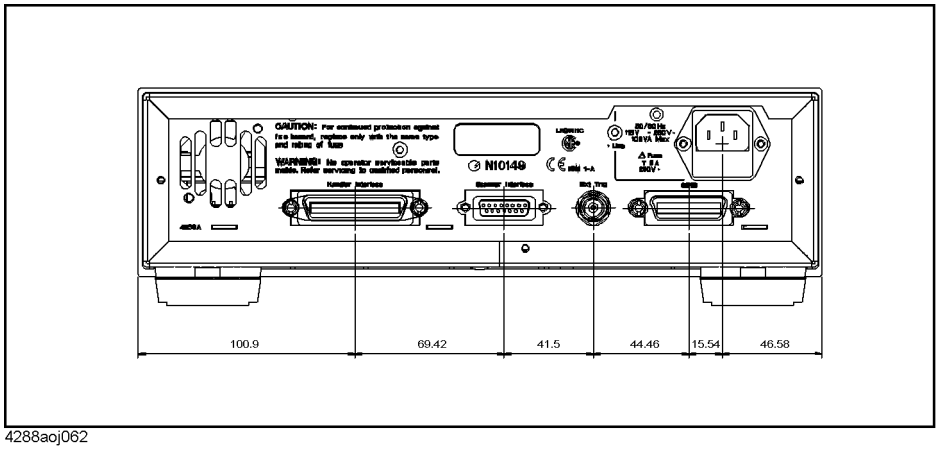
320（幅）×100（高さ）×300（奥行き）mm （公称値）

図 12-7　正面図



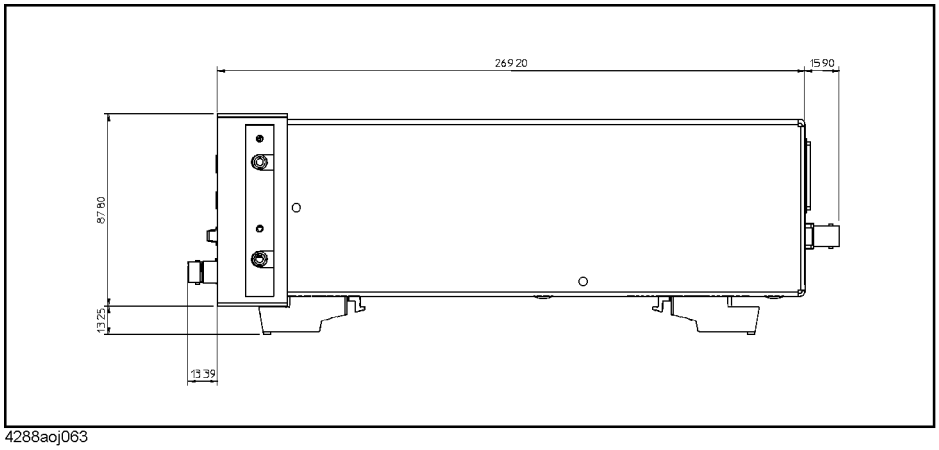
4288aoj061

図 12-8　背面図



4288aoj062

図 12-9　側面図



4288aoj063

EMC

CE ISM 1-A N10149	European Council Directive 89/336/EEC IEC 61326-1:1997+A1 CISPR 11:1990 / EN 55011:1991 Group 1, Class A IEC 61000-4-2:1995 / EN 61000-4-2:1995 4 kV CD / 4 kV AD IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1996 3 V/m, 80-1000 MHz, 80% AM IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995 1 kV power / 0.5 kV Signal IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995 0.5 kV Normal / 1 kV Common IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996 3 V, 0.15-80 MHz, 80% AM IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994 100% 1cycle 注記：「IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1996」に従って、3 V/m の電界を 4288A に加えた場合、測定周波数 1 kHz、測定レンジ 100 pF での測定確度は基本仕様の 2 倍になります。 AS/NZS 2064.1/2 Group 1, Class A

安全性

CE ISM 1-A LR95111C	European Council Directive 73/23/EEC IEC 61010-1:1990+A1+A2 / EN 61010-1:1993+A2 INSTALLATION CATEGORY II, POLLUTION DEGREE 2 INDOOR USE IEC60825-1:1994 CLASS 1 LED PRODUCT CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92

測定確度の計算例

ここでは、以下のような測定条件の場合の測定確度の計算例を、各測定パラメータの場合について示します。

測定信号周波数　1 kHz

測定信号レベル　0.5 V

測定レンジ　10 nF

測定時間モード　ショート・モード

周囲温度　28°C

測定パラメータ：Cp-D（または Cs-D）の場合

Cp（または Cs）の測定結果を 8.00000 nF、D の測定結果を 0.01000 と仮定した場合の Cp（または Cs）および D の確度の計算例を以下に示します。

表 12-4 より、Cp（または Cs）の確度の計算式は、0.055+0.030×K、D の確度の計算式は 0.00035+0.00030×K です。ここで、測定信号レベル :0.5、測定レンジ :10 nF、Cp（または Cs）の測定結果 :8.00000 nF ですので、
K=(1/0.5)×(10/8.00000) =2.5 となり、この結果をこの計算式に代入すると、Cp（または Cs）の確度は、0.055+0.030×2.5=0.13 %、D の確度は、
0.00035+0.00030×2.5=0.0011 となります。

したがって、真の Cp（または Cs）の値は、8.00000±(8.00000×0.13/100)= 8.00000±0.0104 nF、すなわち 7.9896 nF ～ 8.0104 nF の間に存在し、真の D の値は、0.01000±0.0011、すなわち 0.0089 ～ 0.0111 の間に存在します。

測定パラメータ：Cp(または Cs)-Q の場合

Cp（または Cs）の測定結果を 8.00000 nF、Q の測定結果を 20.0 と仮定した場合の Cp（または Cs）および Q の確度の計算例を以下に示します。

Cp（または Cs）の確度は、Cp-D の場合と同じです。

表 12-4 より、D の確度の計算式は 0.00035+0.00030×K です。K=2.5（Cp-D の場合と同じ）をこの計算式に代入すると、D の確度は、0.00035+0.00030×2.5=0.0011 となります。さらに、得られた D の確度を数式 12-1 に代入して、Q の確度は ±$(20.0)^2$×0.0011/(1∓20.0×0.0011) =±0.44/(1∓0.022)、つまり -0.43 ～ 0.45 となります。

したがって、真の Q の値は、19.57 ～ 20.45 の間に存在します。

測定パラメータ：Cp-G の場合

Cp の測定結果を 8.00000 nF、G の測定結果を 1.00000 μS と仮定した場合の Cp および G の確度の計算例を以下に示します。

Cp の確度は、Cp-D の場合と同じです。

表 12-4 より、G の確度の計算式は (3.5+2.0×K)×Cx です。ここで、K=2.5（Cp-D の場合と同じ）、Cp の測定結果 :8.00000 nF をこの計算式に代入すると、G の確度は、(3.5+2.0×2.5)×8.00000=68 nS（0.068 μS）となります。

したがって、真の G の値は、1.00000±0.068 μS、すなわち 0.932 μS ～ 1.068 μS の間に存在します。

測定パラメータ：Cp-Rp の場合

Cp の測定結果を 8.00000 nF、Rp の測定結果を 2.00000 MΩ と仮定した場合の Cp および Rp の確度の計算例を以下に示します。

Cp の確度は、Cp-D の場合と同じです。

表 12-4 より、G の確度の計算式は (3.5+2.0×K)×Cx です。ここで、K=2.5（Cp-D の場合と同じ）、Cp の測定結果 :8.00000 nF をこの計算式に代入すると、G の確度は、(3.5+2.0×2.5)×8.00000=68 nS となります。さらに、得られた G の確度を数式 12-2 に代入して、Rp の確度は $\pm(2\times10^{6})^{2}\times68\times10^{-9}/(1\mp2\times10^{6}\times68\times10^{-9})$ $=\pm0.272\times10^{6}/(1\mp0.136)$、つまり -0.23944 MΩ ～ 0.31481 MΩ となります。

したがって、真の Rp の値は、1.76056 MΩ ～ 2.31481 MΩ の間に存在します。

測定パラメータ：Cs-Rs の場合

Cs の測定結果を 8.00000 nF、Rs の測定結果を 4.00000 kΩ と仮定した場合の Cp および Rs の確度の計算例を以下に示します。

Cs の確度は、$D=2\times\pi\times Freq\times Cs\times Rp=2\times\pi\times10^{3}\times8\times10^{-9}\times4\times10^{3}=0.2>0.1$ ですので、0.13 %（Cs-D の場合で得られた結果）に $1+D^{2}$ を掛けて $0.13\times(1+0.2^{2})=0.1352$ % となります。

表 12-4 より、Rs の確度の計算式は (90+50×K)/Cx です。ここで、K=2.5（Cs-D の場合と同じ）、Cs の測定結果 :8.00000 nF をこの計算式に代入すると、G の確度は、(90+50×2.5)/8.00000=26.875 Ω となりますが、D>0.1 ですので、Cs の場合と同様に $1+D^{2}$ を掛けて、最終的に 27.95 Ω となります。

したがって、真の Cs の値は、8.00000±(8.00000×0.1352/100)=8.00000±0.01082 nF、すなわち 7.98918 nF ～ 8.01082 nF の間に存在し、真の Rs の値は、4.00000±0.02795 kΩ、すなわち 3.97205 ～ 4.02795 kΩ の間に存在します。

第 13 章　トラブルシューティング

本章では、Agilent 4288A を使用中にトラブルが発生した際、4288A の故障と判断する前の確認事項について解説します。

トラブル発生時の確認事項

動作しない（ディスプレイ無表示）

❏ 電源コードが外れていないか確認してください。

❏ ヒューズが切れていないか確認してください。

ヒューズの確認方法は「ヒューズの設定」（21 ページ）をご覧ください。

オーバーロードが表示される（UNKNOWN 端子未接続時）

正常な動作です。4288A は UNKNOWN 端子に何も接続されていない場合には、オーバーロードが検出される場合があります。

コンパレータ機能をオンすると、ビープ音が鳴り続ける

❏ リミット範囲が適切に設定されているか確認してください。

コンパレータ機能オン時に、ビープ音が鳴るように設定されている（初期設定）場合、リミット範囲を適切に設定していないと、測定の終了毎にビープ音が鳴り続けます。

フロント・パネル・キーが効かない

❏ キーがロックされていないか確認してください。

ロックされている場合は、ディスプレイ下方の機器設定を表示する部分の Key Lock の上に ▼ 印が表示されています。

[Key Lock]（**[青]** - **[0]**）キーを押すと解除できます。

注記 ハンドラ・インタフェースからロックされている時は、フロント・パネル・キーからは解除できません。ハンドラ・インタフェースの /KEY_LOCK 信号を High にしてください。

注記 GPIB からロックされている時は、フロント・パネル・キーからは解除できません。GPIB から **:SYST:KLOC** コマンドで解除してください。

❏ リモート・モードになっていないか確認してください。

リモート・モードの場合は、ディスプレイ下方の機器設定を表示する部分の Rmt の上に ▼ 印が表示されています。

[Lcl] キーを押すと解除できます。

注記 キーがロックされている時は、**[Lcl]** キーが使用できませんので、先に GPIB からキー・ロック解除してから、**[Lcl]** キーを押してください。

測定値に異常がある

- ❏ 補正データの測定で失敗していませんか。

  再度、補正データを取り直してみてください。補正データの測定方法は「補正データの取得」(78 ページ）をご覧ください。

- ❏ マルチ補正オンの場合、チャンネル、ロード・スタンダード値の定義方法が正しく選択されているか確認してください。

エラー・メッセージ、警告メッセージが表示される

エラー・メッセージ、警告メッセージについては、付録 E をご覧ください。

リモート・コントロール中のトラブル発生時の確認事項

外部コントローラに反応しない／誤動作する

- ❑ GPIB アドレスは正しく設定されているか確認してください。
- ❑ GPIB ケーブルが外れかけていないか確認してください。
- ❑ GPIB ケーブルで接続されている他の測定器と、GPIB アドレスが重複していないか確認してください。
- ❑ GPIB ケーブルの接続がループになっていないか確認してください。

測定値が読み出せない

- ❑ データ転送フォーマットが正しく設定されているか確認してください。

エラー・メッセージが表示される

- ❑ プログラムに誤りが無いか確認してください。

  エラー・メッセージの詳細については、付録 E をご覧ください。

付録 A　マニュアル・チェンジ

本付録には、この取扱説明書の印刷日付より前に製造された Agilent 4288A に、この取扱説明書を適合させるための変更情報が記載されています。

マニュアル・チェンジ

マニュアル・チェンジ

本書の記載内容は、4288A のシリアル番号が内表紙に記載された番号に該当している場合に、そのまま適合できます。

表 A-1、表 A-2 を参照し、お手元の 4288A のシリアル番号、ファームウェアのバージョンに対応する表中の変更情報に従って、この取扱説明書を変更してください。

表 A-1　シリアル番号と変更点

シリアル番号プレフィックス	変更点

表 A-2　ファームウェア・バージョンと変更点

ファームウェア・バージョン	変更点
1.00	**変更 1**（177 ページ）、**変更 2**（177 ページ）
1.10	**変更 2**（177 ページ）

シリアル番号は、4288A のリア・パネルのシリアル番号プレート (図 A-1 参照) に刻印されています。最初の 5 桁がシリアル・プレフィックスで、後の 5 桁がシリアル・サフィックスです。

ファームウェア・バージョンは電源オン時にディスプレイに表示されます。また、以下の手順でも確認できます。

手順 1. **[Config]**（**[青]** - **[-]**）キーを押します。

手順 2. **[↑ →]** キー等を使って Rev を点滅させ、**[Enter]** キーを押します。

図 A-1　シリアル番号プレートの例

マニュアル・チェンジ

変更 1

以下の機能は、1.00 ではサポートされません。マニュアルの記述から削除してください。

- エクスターナル・テスト

変更 2

以下の機能は、1.00、1.10 ではサポートされません。マニュアルの記述から削除してください。

- オープン、およびショート補正用データのパラメータ形式の選択
- 機器設定表示エリアへの補正データの表示

マニュアル・チェンジ

付録 B　4278A vs. 4288A 機能比較

本付録では、Agilent 4278A と Agilent 4288A の機能の比較表を示します。機能毎の詳細な比較情報についてはプログラミング解説書をご覧ください。

4278A と 4288A の機能比較

表 B-1 に 4278A と 4288A の機能比較表を示します。

表 B-1　4278A と 4288A の機能比較

機能			4278A	4288A
リセット			GPIB コマンドで実行可能	**フロント・パネル**、および GPIB コマンドで実行可能
測定パラメータ			Cp-D、Cp-Q、Cp-G、Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs を選択可能	Cp-D、Cp-Q、Cp-G、**Cp-Rp**、Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs を選択可能
測定信号	測定周波数		1 kHz、1 MHz を選択可能	1 kHz、1 MHz を選択可能
	周波数シフト（1 MHz）		**オプション指定**により +2%、+1%、-1% に変更可能	**ソフトウェアでの設定変更**により +2%、+1%、-1% に変更可能
	OSC レベル（測定信号レベル）		0.1 ～ 1 V の範囲で 0.1 V ステップで設定可能	0.1 ～ 1 V の範囲で 0.1 V ステップで設定可能
	レベル・モニタ機能		**無し**	**電圧値、電流値をモニタ可能**
測定レンジ	レンジ・モード		オート・レンジ、ホールド・レンジ を選択可能	オート・レンジ、ホールド・レンジ を選択可能
	測定周波数 1 kHz の場合		100 pF、1 nF、10 nF、100 nF、1 µF、10 µF、**100 µF** を選択可能	100 pF、**220 pF**、**470 pF**、1 nF、**2.2 nF**、**4.7 nF**、10 nF、**22 nF**、**47 nF**、100 nF、**220 nF**、**470 nF**、1 µF、**2.2 µF**、**4.7 µF**、10 µF を選択可能
	測定周波数 1 MHz の場合	通常測定時	1 pF、**2 pF**、**4 pF**、**8 pF**、**16 pF**、**32 pF**、**64 pF**、**128 pF**、**256 pF**、**512 pF**、**1024 pF** を選択可能	1 pF、**2.2 pF**、**4.7 pF**、**10 pF**、**22 pF**、**47 pF**、**100 pF**、220 pF、**470 pF**、**1 nF（1000 pF）** を選択可能
		高確度測定時（HI-ACC モード）	任意に設定した中心値 ±30%	HI-ACC モード無し
基本確度（Long モード時）	測定周波数 1 kHz の場合		C: 0.10 %、D: 0.0006	C: 0.07 %、D: 0.0005
	測定周波数 1 MHz の場合		C: 0.12 %、D: 0.0008	C: 0.07 %、D: 0.0005
高確度測定（HI-ACC）モード（測定周波数 1 MHz 時）			**有り**	**無し**
積分時間（測定時間）			Short（6.5 ± 0.5 ms）、**Medium**（10.0 ± 1 ms）、Long（21.0 ± 1 ms） を選択可能	Short（6.5 ± 0.5 ms）、Long（16.5 ± 1 ms） を選択可能
アベレージング回数			1 ～ 256 回の範囲で **1、2、4、8、16、32、64、128、256 ステップで**設定可能	1 ～ 256 回の範囲で**任意に**設定可能
ディレイ時間（トリガ遅延時間）			0 ～ 1 s の範囲で 1 ms ステップで設定可能	0 ～ 1 s の範囲で 1 ms ステップで設定可能

表 B-1　　4278A と 4288A の機能比較

機能			4278A	4288A
トリガ・モード			内部トリガ（INT）、 外部トリガ（EXT）、 手動トリガ（MAN） を選択可能	内部トリガ（INT）、 外部トリガ（EXT）、 **GPIB トリガ（BUS）**、 手動トリガ（MAN） を選択可能
ケーブル長			0 m、1 m、2m を選択可能	0 m、1 m、2m を選択可能
補正	オープン補正／ ショート補正／ スタンダード （ロード）補正	オン／オフ	オープン補正、ショート補正、 ロード補正をそれぞれ別々にオン／オフ可能	オープン補正、ショート補正、 ロード補正をそれぞれ別々にオン／オフ可能
		補正実測値 （補正用データ） の入出力	GPIB コマンドで読み出し可能	GPIB コマンドで読み出し、 および**設定**可能
	ロード補正用基準値 （ロード補正用スタンダード）の 定義パラメータ		Cp-D、Cp-G を選択可能	Cp-D、**Cp-Q**、Cp-G、**Cp-Rp**、 **Cs-D**、**Cs-Q**、**Cs-Rs** を選択可能
	オフセット補正		主／従パラメータについて**別々** にオン／オフ可能	主／従パラメータについて**同時** にオン／オフ可能 （別々のオン／オフ不可）
	温度補正		実施する**必要有り**	実施する**必要無し**
スキャナ （マルチ補正）	チャンネル数		**256** チャンネル使用可能	**64** チャンネル使用可能
	ロード補正用基準値 （ロード補正用スタンダードの定義値）		全チャンネル共通の 1 つの基準 値の使用	全チャンネル共通の 1 つの基準 値、あるいは**各チャンネル毎に 別々の基準値**を使用可能
コンパレータ	選別対象パラメータ		Cp-D、Cp-Q、Cp-G、 Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs、 **D-Cp**、**Q-Cp**、**G-Cp**、 **D-Cs**、**Q-Cs**、**Rs-Cs** を選択可能	Cp-D、Cp-Q、Cp-G、**Cp-Rp**、 Cs-D、Cs-Q、Cs-Rs を選択可能（**ただし、測定パラ メータと連動しており、別々に は設定できません**）
	リミット・モード （リミット範囲指定方法）		% トレランス・モード、 アブソリュート・トレランス・ モード、 **シーケンシャル・モード** を選択可能	% トレランス・モード、 アブソリュート・トレランス・ モード、 **アブソリュート・モード** を選択可能
	BIN 選別	主パラメータ	9 つの BIN、および OUT OF BINS へ選別可能	9 つの BIN、および OUT OF BINS へ選別可能
		従パラメータ	PASS ／ FAIL の判定可能	PASS ／ FAIL の判定可能
	AUX BIN 機能		有り	有り
	Low C リジェクト機能		**1%**、**2%**、**3%**、**4%**、**5%**、**6%** に検出 リミット値を設定可能	1 ～ 10 % の範囲で**任意**に検出リ ミット値を設定可能
	BIN カウント機能		最大 999999 までカウント可能	最大 999999 までカウント可能

表 B-1　　4278A と 4288A の機能比較

機能		4278A	4288A
ディスプレイ	表示形式	測定値表示形式（MEAS PAGE）、分類表示形式（SORT PAGE）、補正値表示形式（STATUS PAGE）、リミット・テーブル表示形式（LIMIT PAGE）の 4 種類から選択可能	表示形式は 1 種類（測定値、▼印で示される機器設定の表示）のみで、選択不可（ディスプレイ右端の機器設定表示エリアは、複数の表示項目から選択可能）
	表示桁数	4 桁、5 桁、6 桁を選択可能	4 桁、5 桁、6 桁を選択可能
	固定／浮動小数点表示の選択	固定小数点表示のみ	固定小数点表示**／浮動小数点表示を選択可能**
	表示モード（偏差測定モード）	**主パラメータ**の測定値について、 MEAS 表示モード（測定値をそのまま表示）、 TOL 表示モード（**コンパレータのトレランス・モードの基準値**に対する偏差で表示） を選択可能	**主／従パラメータ**の測定値について、 偏差測定モード・オフ（測定値をそのまま表示）、 偏差測定モード・オン（**任意の基準値**に対する偏差で表示） を選択可能
測定データ出力（GPIB）	データ出力（データ転送）フォーマット	ASCII フォーマット、バイナリ（64 ビット）フォーマットを選択可能	ASCII フォーマット、バイナリ（64 ビット）フォーマットを選択可能
	出力可能なデータ	主／従パラメータの測定値、コンパレータ選別結果、BIN カウント値、を出力可能	**測定ステータス**、主／従パラメータの測定値、コンパレータ選別結果、BIN カウント値、**測定信号レベル・モニタ値**を出力可能
	データ・バッファ	**500** 回分の測定データをまとめて出力可能（スキャナ・インタフェース付きの場合のみ）	**1000** 回分の測定データをまとめて出力可能
	データ連続出力（垂れ流しモード）	**有り**	**無し**（**:READ?** コマンドで代用）
機器設定状態の確認（読み出し）		***LRN? コマンドでまとめて**読み出し可能	**各設定コマンドで個々に**読み出し可能
セーブ／リコール		**1 種類**の設定を**メモリ・カード**に保存可能	**10 種類**の設定を **EEPROM** に保存可能
リジューム機能		**無し**	**72 時間記憶可能**
キー・ロック機能		有り	有り

付録 C　初期設定値一覧表

本付録では、Agilent 4288A の初期設定値、セーブ／リコール対象設定、およびバックアップ対象設定の一覧表を掲載します。

初期設定値、セーブ／リコール対象設定、バックアップ対象設定一覧

4288A の以下の項目について、表 C-1 に示します。

- 初期設定値（工場出荷時）
- フロント・パネルからリセットを実行した（**:SYST:PRES** コマンドを実行した）時の設定状態
- ***RST** コマンドを実行した時の設定状態
- セーブ（EEPROM に保存）／リコールを行った場合に対象となる設定

  表 C-1 では、以下の記号で示します。

  ◎：対象

  ×：非対象
- バックアップの対象となる設定

  表 C-1 では、以下の記号で示します。

  ○：対象（バックアップ・メモリに 72 時間保存）

  ◎：対象（EEPROM に保存）

  ×：非対象

表 C-1 中の ←は左側と同じであることを示しています。

表 C-1　初期設定値、セーブ／リコール対象設定、バックアップ対象設定一覧表

設定項目				初期設定（工場出荷時）	リセット		セーブ／リコール	バックアップ
					フロント・パネルから実行（:SYST:PRES）	*RST		
測定パラメータ	主			CP	←	←	◎	○
	従			D	←	←	◎	○
測定信号	周波数			1 kHz	←	←	◎	○
	レベル			1 V	←	←	◎	○
	1 MHz 周波数シフト			0 %	変化なし	←	×	◎
測定レンジ	切換			Auto（自動）	←	←	◎	○
	レンジ			1 nF レンジ	←	←	◎	○
測定時間				LONG モード	←	←	◎	○
アベレージング	オン／オフ			オン	←	←	◎	○
	回数			1	←	←	◎	○
ケーブル長				0	←	←	◎	◎
トリガ	モード			Int（内部）	←	←	◎	○
	遅延時間			0	←	←	◎	○
	システムの連続起動（:INIT:CONT の設定）			オン	←	オフ	×	×
オープン補正	オン／オフ			オフ	変化なし	オフ	◎	○
	補正値	主パラメータ	1 kHz	0 S	変化なし	0 S	◎	◎
			1 MHz	0 S	変化なし	0 S	◎	◎
		従パラメータ	1 kHz	0 S	変化なし	0 S	◎	◎
			1 MHz	0 S	変化なし	0 S	◎	◎
	パラメータ・タイプ		主	G	変化なし	G	◎	◎
			従	B	変化なし	B	◎	◎
ショート補正	オン／オフ			オフ	変化なし	オフ	◎	○
	補正値	主パラメータ	1 kHz	0 Ω	変化なし	0 Ω	◎	◎
			1 MHz	0 Ω	変化なし	0 Ω	◎	◎
		従パラメータ	1 kHz	0 Ω	変化なし	0 Ω	◎	◎
			1 MHz	0 Ω	変化なし	0 Ω	◎	◎
	パラメータ・タイプ		主	R	変化なし	R	◎	◎
			従	X	変化なし	X	◎	◎
ロード補正	オン／オフ			オフ	変化なし	オフ	◎	○
	補正値	主パラメータ	1 kHz	100 nF	変化なし	100 nF	◎	◎
			1 MHz	100 pF	変化なし	100 pF	◎	◎
		従パラメータ	1 kHz	0	変化なし	0	◎	◎
			1 MHz	0	変化なし	0	◎	◎
	基準値（スタンダードの定義値）	主パラメータ	1 kHz	100 nF	変化なし	100 nF	◎	◎
			1 MHz	100 pF	変化なし	100 pF	◎	◎
		従パラメータ	1 kHz	0	変化なし	0	◎	◎
			1 MHz	0	変化なし	0	◎	◎
	パラメータ・タイプ		主	CP	変化なし	CP	◎	◎
			従	D	変化なし	D	◎	◎
オフセット補正	オン／オフ			オフ	変化なし	オフ	◎	○
	補正値	主パラメータ	1 kHz	0 F	変化なし	0 F	◎	◎
			1 MHz	0 F	変化なし	0 F	◎	◎
		従パラメータ	1 kHz	0	変化なし	0	◎	◎
			1 MHz	0	変化なし	0	◎	◎
マルチ補正	オン／オフ			オフ	変化なし	オフ	◎	○
	チャンネル番号			0	変化なし	0	◎	○
	ロード補正用基準値の持ち方（全チャンネル共通／チャンネル毎）			全チャンネル共通	変化なし	全チャンネル共通	◎	○
データ転送フォーマット				ASCII	←	←	×	×

表 C-1　初期設定値、セーブ／リコール対象設定、バックアップ対象設定一覧表

設定項目				初期設定（工場出荷時）	リセット		セーブ／リコール	バックアップ
					フロント・パネルから実行（:SYST:PRES）	*RST		
データ・バッファ	フィード・データ			無し	←	←	×	×
	フィードする／しない			フィードしない	←	←	×	×
	サイズ（測定回数）	バッファ 1、バッファ 2		200	←	←	×	×
		バッファ 3		1000	←	←	×	×
コンパレータ	オン／オフ			オフ	←	←	◎	○
	リミット範囲オン／オフ	BIN1		オン	←	←	◎	○
		BIN2 ～ BIN9		オフ	←	←	◎	○
		従パラメータ		オン	←	←	◎	○
	リミット範囲設定	上限値		0	←	←	◎	○
		下限値		0	←	←	◎	○
		指定方法		ABS	←	←	◎	○
		基準値		0	←	←	◎	○
	AUX BIN オン／オフ			オフ	←	←	◎	○
	Low C リジェクト	オン／オフ		オフ	←	←	◎	○
		検出境界値（リミット）		0 %	←	←	◎	○
	BIN カウント	オン／オフ		オフ	←	←	◎	○
		カウント値		0	←	←	×	×
測定信号レベル・モニタ		電流値		オフ	←	←	◎	○
		電圧値		オフ	←	←	◎	○
ディスプレイ	オン／オフ			オン	←	←	◎	○
	表示桁数			6	←	←	◎	○
	固定小数点表示	オン／オフ		オフ	←	←	◎	○
		最上位桁の値	主パラメータ	1 nF	←	←	◎	○
			従パラメータ	1	←	←	◎	○
	偏差測定モード	オン／オフ		オフ	←	←	◎	○
		モード		DEV(絶対値)	←	←	◎	○
		基準値		0	←	←	◎	○
	機器設定表示ページ番号			1	←	←	◎	○
キーロック機能オン／オフ				オフ	変化なし	オフ	×	×
ビープ出力		オン／オフ		オン	←	←	◎	○
		モード		FAIL	←	←	◎	○
スタンダード・イベント・ステータス有効レジスタの値				0	変化なし	←	×	×
サービス・リクエスト有効レジスタの値				0	変化なし	←	×	×
オペレーション・ステータス有効レジスタの値				0	←	←	×	×
GPIB アドレス				17	変化なし	←	×	◎

注記　マルチ補正用のオープン／ショート／ロード補正値、ロード補正用基準値は、リセットを実行しても初期化されません。

付録 D　オーバーロード、Low C 検出時の動作一覧表

本付録では、オーバーロード、Low C が検出された場合のディスプレイ表示、GPIB 出力、およびハンドラ・インタフェース出力を示します。

オーバーロード／Low C 検出時の動作

表 D-1 に以下の項目を検出した場合の 4288A の動作を示します。

❑ オーバーロード：

- 測定可能範囲（表 12-2（155 ページ）、表 12-3（155 ページ）参照）を 18 % 以上超過した場合
- UNKNOWN 端子に何も接続されていない場合

❑ Low C：

- 主パラメータの測定結果が Low C リジェクト機能で設定された境界値以下の場合

❑ 表示範囲外：

- 測定結果が（固定／浮動小数点表示に関わりなく）表示可能範囲 (表 12-1（154 ページ）を参照) を超過した場合
- 測定結果が固定小数点表示の表示可能範囲を超過した場合

表 D-1　オーバーロード／Low C リジェクト検出時動作一覧表

	ディスプレイ表示			GPIB 出力			ハンドラ出力（アクティブになるハンドラ信号）
	測定値	電圧／電流モニタ値	コンパレータ選別結果	測定ステータス	測定値	コンパレータ選別結果	
オーバーロード	OVLD	***	****	1	9.9E37	11	/OVLD
Low C	通常通り	通常通り	LOWC	2	通常通り	通常通り	/LOW_C_REJECT*1
表示範囲外*2	-------	---	通常通り	通常通り	通常通り	通常通り	通常通り

*1.通常通りの選別判定が行われた結果（異常なしの場合の判定結果）に応じた信号と共に、/LOW_C_REJECT がアクティブになります。
*2.表示範囲外の検出の場合は、測定値が表示されないだけで、測定は通常通り行われます。

付録 E　エラー・メッセージ

Agilent 4288A の使用中の状態を表すものの一つとして「エラー・メッセージ」があります。本付録では 4288A のエラー・メッセージについて、アルファベット順に説明します。エラー・メッセージのエラー番号順で検索する場合は、**プログラミング解説書**をご覧ください。

エラー・メッセージ（アルファベット順）

エラー・メッセージは、4288A のディスプレイ下段に表示されます。また、GPIB コマンドでも読み出し可能です。ここでは各エラー・メッセージについてエラーの内容と対処法を説明します。

注記

マイナスのエラー番号を持つエラーは、基本的に IEEE488.2 で定められた GPIB 機器一般のエラーです。一方、プラスのエラー番号のエラーは 4288A 固有に定められたエラーです。

A

15 A1 board test failed

電源オン時の A1 ボード・テストが不合格でした。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

16 ADC failure

測定中に A/D コンバータに障害が発生しました。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

B

-160 Block data error

ブロック・データの構文解析時に、エラー番号 -161 から -169 までのエラーに当てはまらないエラーが発生しました。

-168 Block data not allowed

4288A がブロック・データ要素を受け入れない位置で、ブロック・データ要素が受け取られました。

12 BOOT ROM test failed

電源オン時のブート ROM テストが不合格でした。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

お買い上げの会社または最寄りのアジレント・テクノロジー営業所にご連絡ください。

C

18 Calibration memory lost

電源オン時に EEPROM 内の校正データが失われました。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

-140 Character data error

文字データ要素の構文解析時に、エラー番号 -141 から -149 までのエラーに当てはまらないエラーが発生しました。

-148 Character data not allowed

4288A が文字データ要素を受け入れない位置で、文字データ要素 (規格には違反していない) が受け取られました。

-144 Character data too long

文字データ要素の長さが 12 文字を超えています。(IEEE488.2,7.7.1.4 を参照してください。)

-100 Command error

4288A がこれ以上詳細なエラーを検出できないことを示す包括的な文法エラーが発生しました。このエラー・コードは単に、IEEE488.2,11.5.1.1.4 に定義されているコマンド・エラーが発生していることを示しています。

25 Correction meas failed

補正用データの測定時に測定異常が発生しました。

このエラーが発生した場合、補正用データは測定前のまま変更されません。

補正用データ測定時の接続および、補正手順に誤りがないかを確認してください。

D

-230 Data corrupt or stale

データが無効である可能性があります。また、新たに開始された読み取り動作が、その最新アクセス以降終了していません。

-222 Data out of range

4288A が定義している範囲を外れたデータ要素 (規格には違反していない) が受け取られました。

-104 Data type error

あってはならないデータ要素をパーサが認識しました。例えば、数値あるいは文字列データが期待されていたにもかかわらず、ブロック・データが送られました。

E

14 EEPROM test failed

電源オン時の EEPROM テストが不合格でした。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

-200 Execution error

4288A がそれ以上詳細なエラーを検出できないことを示す包括的な実行エラーが発生しました。このコードは単に、IEEE488.2,11.5.1.1.5 に定義されたいる実行エラーが発生していることを示しています。

-123 Exponent too large

指数の絶対値が 32,000 を超えました。(IEEE488.2,7.7.2.4.1 を参照してください。)

-178 Expression data not allowed

4288A が式データ要素を受け入れない位置で、式データ要素が受け取られました。

-170 Expression error

式データの構文解析時に、エラー番号 -171 から -179 までのエラーに当てはまらないエラーが発生しました。

F

17 Fan stopped

FAN が停止しました。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

13 FLASH ROM test failed

電源オン時のフラッシュ ROM テストが不合格でした。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

G

-105 GET not allowed

プログラム・メッセージを受け取っている最中に、グループ実行トリガ (GET) が入力されました。(IEEE488.2,7.7 を参照してください。)

H

-241 Hardware missing

受け取られたコマンドまたは Query は規格に適合していますが、ハードウェア側の理由 (例えば、オプションがインストールされていないなど) により、実行できませんでした。

I

-213 Init ignored

別の測定が既に進行中であったため、測定開始要求（:INIT コマンド）が無視されました。

-161 Invalid block data

ブロック・データが期待されましたが、現れたブロック・データはなんらかの理由で無効です。(IEEE488.2,7.7.6.2 を参照してください。) 例えば、ブロック・データの長さが満たされる前に END メッセージが受け取られました。

-101 Invalid character

プログラム・メッセージ文字列の中に無効な文字があります。例えば、":CALC1:FORM CP ” という正しい一つのプログラム・メッセージに対し、":CALC1:FORM&CP" のように、アンパーサンド記号（&）が誤って挿入されています。

-141 Invalid character data

文字データ要素内に無効な文字があったか、あるいは受け取られたパラメータが有効ではありません。例えば、":CALC1:FORM CP"（有効なパラメータは CP または CS）という正しい一つのプログラム・メッセージに対し、":CALC1:FORM RP" という誤ったプログラム・メッセージが受け取られました。

-121 Invalid character in number

構文解析対象のデータ・タイプに対して無効な文字が受け取られました。例えば、10 進数値内に英字、あるいは 8 進データ内に "9" があります。

-171 Invalid expression

式データ要素は無効です。(IEEE488.2,7.7.7.2 を参照してください。) 例えば、括弧が対をなしていなかったり、文字が規格に違反しています。

-103 Invalid separator

パーサ (構文解析プログラム) が区切り記号を期待していたのに、区切り記号でない文字が送られました。例えば、":CALC1:FORM CP;*OPC?" という二つのプログラム・メッセージを ";" で区切って送る正しい方法に対し、":CALC1:FORM CP *OPC?" のように、プログラム・メッセージを区切るセミコロン (;) が落ちています。

-151 Invalid string data

文字列データが期待されましたが、現れた文字列データはなんらかの理由で無効です。(IEEE488.2,7.7.5.2 を参照してください。) 例えば、終わりの引用符文字が現れる前に END メッセージが受け取られました。

-131 **Invalid suffix**

サフィックス（単位）が IEEE488.2,7.7.3.2 に定義されている構文に従っていない、あるいはサフィックスが 4288A には不適当です。

L

23 **Lockout by handler**

ハンドラによってフロントパネルキー入力が無効になっています。

この状態は、フロントパネルキーからも GPIB コマンドからも解除できません。

ハンドラ・インタフェースの /KEY_LOCK 信号を High にしてください。

M

-311 **Memory error**

4288A のメモリ内でエラーが検出されました。

-109 **Missing parameter**

パラメータ数がコマンドに必要な数より不足しています。例えば、**:CREJ:LIM** コマンドの必要とするパラメータは 1 つですので "**:CREJ:LIM 3**" のようにすべきところを、"**:CREJ:LIM**" のようにパラメータが付いていません。

N

0 **(No error)**

エラーは発生していません。

このメッセージは LCD ディスプレイ上に表示されるものではなく、GPIB で **:SYST:ERR?** コマンドを送ったとき、機器にエラーが発生していなければ、返されるというものです。

-128 **Numeric data not allowed**

4288A が数値データ要素を受け入れない位置で、数値データ要素 (規格には違反していない) が受け取られました。

P

-220 **Parameter error**

プログラムデータ要素の解析時に、エラー番号 -221 から -229 までのエラーに当てはまらないエラーが発生しました。このエラーは、例えば、ロード補正用スタンダードの定義値やロード補正用データに、不正な値 (R-X 形式のインピーダンス値に変換した時、有限の値にならない値) を設定しようとした時に発生します。このエラーが発生するとコマンドは無視されます。また、このエラーはフロントパネルキーから不正なロード補正用スタンダードの定義値を設定しようとした時にも発生します。

表 E-1 有限のインピーダンス値（R-X 形式）に変換できない設定

パラメータ・タイプの設定		有限値に変換できない設定
主パラメータ	従パラメータ	
Cp	D	D の値に関わらず、Cp が 0
Cp	Q	Q の値に関わらず Cp が 0、または Cp の値に関わらず Q が 0
Cp	G	Cp、G が共に 0
Cp	Rp	Cp の値に関わらず Rp が 0
Cs	D	D の値に関わらず、Cs が 0
Cs	Q	Q の値に関わらず Cs が 0、または Cs の値に関わらず Q が 0
Cs	Rs	Rs の値に関わらず Cs が 0

-108 **Parameter not allowed**

パラメータ数がコマンドに必要な数を超過しています。例えば、:CREJ:LIM コマンドの必要とするパラメータは 1 つですので ":CREJ:LIM 3" のようにすべきところを、":CREJ:LIM 0,3" のように 2 つのパラメータが付けられています。

20 **Previous setting lost**

電源オン時にバックアップメモリ内の機器設定値が失われました。

これらの値は工場出荷時の状態に初期化されます。ビープ音は鳴りません。電源オフ後、72 時間以上経過した事や、ハードウェアの故障が、原因として考えられます。

-112 **Program mnemonic too long**

ヘッダの長さが 12 文字を超えています。(IEEE488.2,7.6.1.4.1 を参照してください。)

Q

-430 Query DEADLOCKED

“DEADLOCKED”Query エラーを発生させる状態です。(IEEE488.2,6.3.1.7 を参照してください。) このエラーは、例えば入力および出力の両バッファが一杯になり、4288A が処理を継続できない場合などに発生します。

-400 Query error

4288A が、それ以上詳細なエラーを検出できないことを示す包括的な Query エラーが発生しました。このコードは単に、IEEE488.2,11.5.1.1.7 および 6.3 に定義されている Query エラーが発生していることを示しています。

-410 Query INTERRPUTED

“INTERRUPTED”Query エラーを発生させる状態です。(IEEE488.1,6.3.2.3 を参照してください。) このエラーは、例えば Query の後にまだその応答が完全に送り切れないうちに、データバイト (DAB) あるいは GET が受け取られた場合などに発生します。

-420 Query UNTERMINATED

“UNTERMINATED”Query エラーを発生させる状態です。(IEEE488.2,6.3.2 を参照してください。) このエラーは、例えば 4288A がトーカ指定され、不完全なプログラム・メッセージが受け取られた場合などに発生します。

-440 Query UNTERMINATED after indefinite response

同一プログラムメッセージ内で、不明確な応答を求める Query が実行された後に、また Query が受け取られました。(IEEE488.2,6.5.7.5.7 を参照してください。)

-350 Queue overflow

待ち行列には、このエラーを発生させたコードの代わりに特定のコードが入っています。このコードは、待ち行列に空きがなくなったためにエラーが発生したが、記録はされていないことを示しています。

R

11 RAM test failed

電源オン時の RAM テストが不合格でした。

このエラーが発生すると、4288A はビープ音を鳴らして停止します。ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

22 Recall failed

機器設定を EEPROM をリコールできませんでした。

このエラーは、指定された EEPROM 上のレジスタに機器設定がセーブされていない場合に発生します。機器設定は変更されず、リコール実行前の状態ままです。

リコール実行時に指定したレジスタ番号が誤っていないかを確認してください。

S

21 Save failed

機器設定を EEPROM にセーブできませんでした。

このエラーが発生しても 4288A は停止しませんが、ハードウェアが故障しているので修理が必要です。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

-221 Setting confict

規格に適合したプログラム・データ要素が受け取られましたが、4288A の現在の状態では実行できません。

-150 String data error

文字列データ要素の構文解析時に、エラー番号 -151 から -159 までのエラーに当てはまらないエラーが発生しました。

-158 String data not allowed

4288A が文字列データ要素を受け入れない位置で、文字列データ要素が受け取られました。例えば、パラメータをダブル・クォート (") で囲む必要がない場合に、ダブル・クォート (") を付けています。

-138 Suffix not allowed

サフィックスを付加できない数値要素の後に、サフィックスが付加されています。

-102 Syntax error

認識されないコマンドあるいはデータ・タイプがあります。例えば、
":SYST:PRES" という正しい一つのプログラム・メッセージに対し、
":SYST::PRES" のように、コロン (:) が誤って余分に挿入されています。

-310 System error

4288A で「システム・エラー」と呼ばれているエラーのうちのいずれかが発生しました。

T

-124 Too many digits

10 進数値データ要素の仮数の桁数が、先行する 0 を除いて 255 を超えています。(IEEE488.27.7.2.4.1 を参照してください。)

-223 Too much data

受け取られたブロック、式、あるいは文字列タイプのプログラム・データは規格に適合していましたが、メモリあるいはメモリ関係のデバイス固有の条件のために、4288A が取り扱える量を超えています。

-214 Trigger deadlock

トリガ・モードの設定が MAN または BUS であったため、**:READ?** コマンドが無視されたました。

-211 **Trigger ignored**

トリガ･コマンドあるいはトリガ信号が受信され、4288A によって認識されましたが、4288A とのタイミングの関係 (例えば、4288A がトリガ待ち状態でないなど) で無視されました。

U

-113 **Undefined header**

4288A に対して定義されていないヘッダが受け取られました。例えば、4288A で未定義の "***XYZ**" が受け取られました。

19 **User data lost**

電源オン時に EEPROM 内の補正データが失われました。

補正データは工場出荷時の状態に初期化されます。ハードウェアの故障や、EEPROM 書き込み中の電源オフが、原因として考えられます。

アジレント・テクノロジーの営業所、または機器を購入された会社にお問い合わせください。

警告メッセージ (WARNING)

警告メッセージは、ユーザに注意を促すために、表示されるメッセージです。警告メッセージは、4288A のディスプレイ下段に表示されます。GPIB コマンドから読み出すことはできません。

WARNING: Need corr meas

オープン補正、ショート補正、またはロード補正がオンに設定されている場合に、ケーブル長、測定周波数シフト（1 MHz）の設定が変更された時に表示されます。この場合、オープン補正、ショート補正、およびロード補正は、すべて自動的にオフに設定されます。

WARNING: Need load meas

ケーブル長、測定周波数シフト（1 MHz）の設定が、ロード補正用データを測定／設定した時と異なっているにも関わらず、フロント・パネルからロード補正がオンに設定された時に表示されます。この場合、ロード補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはロード補正用データを再測定する必要があります。

WARNING: Need open meas

ケーブル長、測定周波数シフト（1 MHz）の設定が、オープン補正用データを測定／設定した時と異なっているにも関わらず、フロント・パネルからオープン補正がオンに設定された時に表示されます。この場合、オープン補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはオープン補正用データを再測定する必要があります。

WARNING: Need short meas

ケーブル長、測定周波数シフト（1 MHz）の設定が、ショート補正用データを測定／設定した時と異なっているにも関わらず、フロント・パネルからショート補正がオンに設定された時に表示されます。この場合、ショート補正はオンに設定されますが、正確な測定のためにはショート補正用データを再測定する必要があります。

WARNING: Out of limit

補正用データの測定時に、補正用データが適正な範囲に入っていなかった時に表示されます。適正な範囲は以下の通りです。

補正の種類	適正範囲
オープン補正	$\|Y\| < 20\ \mu S$
ショート補正	$\|Z\| < 20\ \Omega$
ロード補正	$\|Zref\| \times 0.9 < \|Z\| < \|Zref\| \times 1.1$

上の表で、Y はアドミタンスの測定値、Z はインピーダンスの測定値、Zref はロード補正用スタンダードの定義値です。

WARNING: Out of limit

付録 F　テスト・フィクスチャ／テスト・リード

本付録では、Agilent 4288A で使用可能なテスト・フィクスチャとテスト・リードのリストを示します。

テスト・フィクスチャ／テスト・リード

テスト・フィクスチャ／テスト・リード

Agilent 16034E	SMD ／チップ・テスト・フィクスチャ
Agilent 16034G	SMD ／チップ・テスト・フィクスチャ (小型 SMD 用)
Agilent 16034H	SMD ／チップ・テスト・フィクスチャ (汎用タイプ)
Agilent 16044A	4 端子対構成 SMD ／チップ・テスト・フィクスチャ
Agilent 16047A	テスト・フィクスチャ (リード部品用)
Agilent 16047C	テスト・フィクスチャ (リード部品用)
Agilent 16047D	テスト・フィクスチャ (リード部品用)
Agilent 16047E	テスト・フィクスチャ (リード部品用)
Agilent 16048A	テスト・リード (1m、BNC コネクタ付)
Agilent 16048B	テスト・リード (1m、SMC コネクタ付)
Agilent 16048D	テスト・リード (2m、BNC コネクタ付)
Agilent 16065A	外部電圧バイアス・フィクスチャ (安全カバー付き、≦200 Vdc)
Agilent 16065C	外部電圧バイアス・フィクスチャ (≦40 Vdc)
Agilent 16085B	4 端子対構造の 7 mm 変換用アダプタ
Agilent 16089A/B/C/D/E	ケルビン・クリップ・リード
Agilent 16092A[*1]	RF スプリング・チップ・テスト・フィクスチャ
Agilent 16093A[*1]	RF2 端子バインディング・ポストテスト・フィクスチャ
Agilent 16093B[*1]	RF3 端子バインディング・ポストテスト・フィクスチャ
Agilent 16094A[*1,*2]	RF プローブ・アダプタ
Agilent 16095A[*3]	LF プローブ・アダプタ
Agilent 16191A[*1]	側面電極 SMD テスト・フィクスチャ
Agilent 16192A[*1]	平行電極 SMD テスト・フィクスチャ
Agilent 16193A[*1]	小型側面電極 SMD テスト・フィクスチャ
Agilent 16194A[*1]	耐熱テスト・フィクスチャ、SMD およびリード
Agilent 16196A/B/C[*1]	平行電極 SMD テスト・フィクスチャ
Agilent 16314A	4 端子バラン
Agilent 16334A	SMD/ チップ部品用ピンセット型テスト・フィクスチャ
Agilent 16451B	誘電材料テスト・フィクスチャ
Agilent 16452A	液体材料テスト・フィクスチャ

*1. 16085B と併用した場合に使用可能です。
*2. 7 mm と 7 mm をつなぐケーブルが必要です。
*3. グラウンド・リードを 4288A に接続しないでください。

注記 最新情報についてはアクセサリ関連の最新カタログをご覧ください。

付録 G　技術情報

本章では、Agilent 4288A の測定原理、およびキャパシタンス測定の基本原理について記述しています。

4288A の測定原理

4288A による試料のインピーダンスの測定原理を説明します。

図 G-1　インピーダンス測定の回路モデル

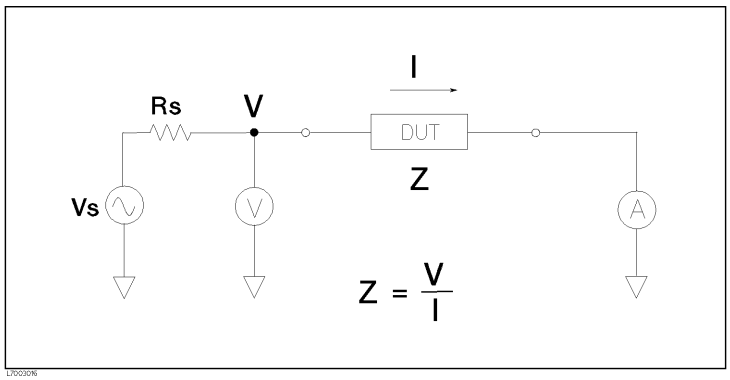


図 G-1 に、4288A のインピーダンス測定の回路モデルを示します。ここで、Vs は測定信号源電圧、Rs は、4288A の出力抵抗です。試料に印加される電圧が V、試料を流れる電流が I のとき、インピーダンス Z は Z = V/I で表されます。

Z は実数部と虚数部からなります。図 G-2 にインピーダンスのベクトル表示を示します。

図 G-2　インピーダンスのベクトル表示

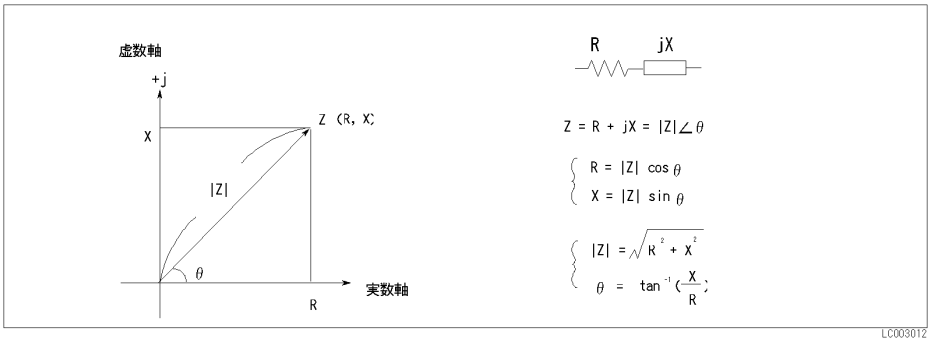
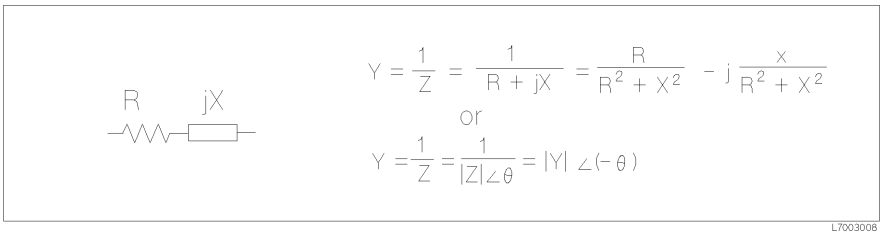


図 G-2 中の各記号の意味は次のとおりです。

R	抵抗
X	リアクタンス
|Z|	インピーダンスの絶対値
θ	インピーダンスの位相角

インピーダンス Z のもう 1 つの表現方法として、アドミタンス Y を使用します。アドミタンス Y とインピーダンス Z は Y = 1/Z の関係です。

図 G-3　インピーダンスとアドミタンスの関係



並列回路モデルの場合は、アドミタンス Y を使用する方が便利です。

図 G-4　アドミタンスのベクトル表示

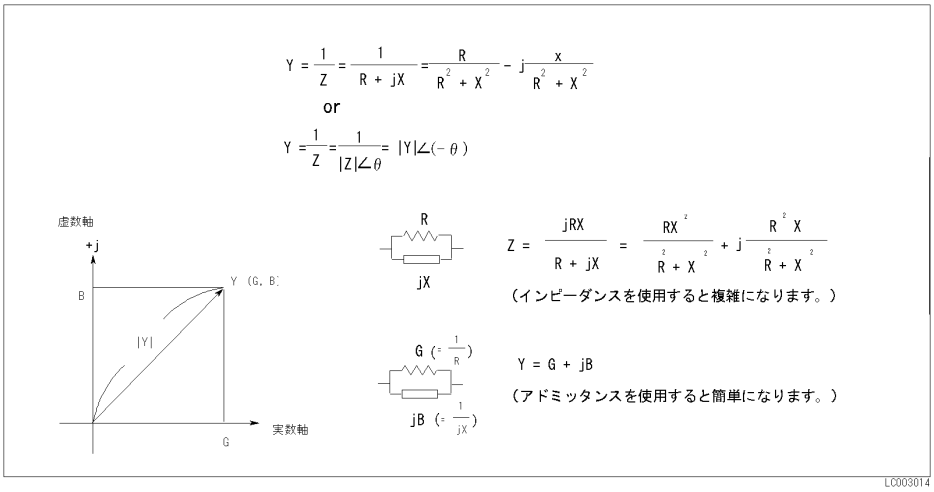
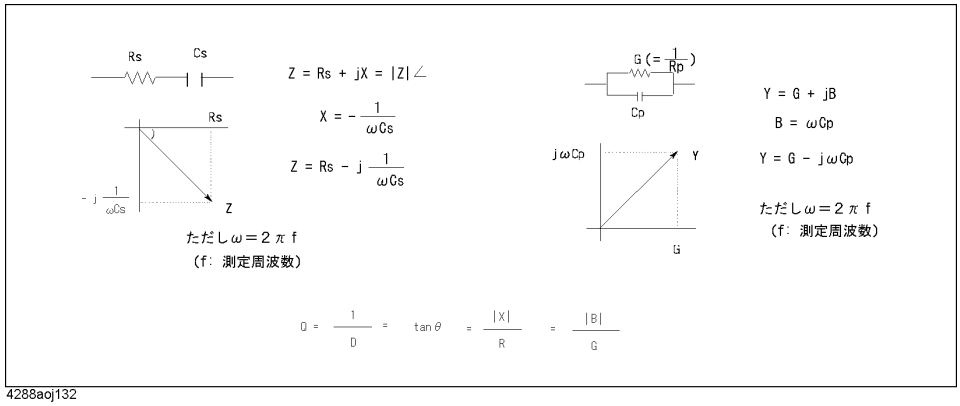


図 G-4 中の各記号の意味は次のとおりです。

G	コンダクタンス
B	サセプタンス
|Y|	アドミタンスの絶対値

4288A は、ベクトル値である試料のインピーダンス Z を測定し、結果を図 G-5 の等価回路の回路定数で示します。

図 G-5　測定パラメータ間の関係



4288aoj132

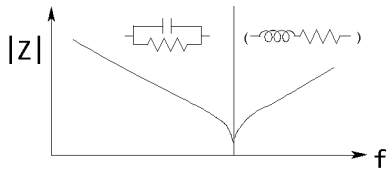
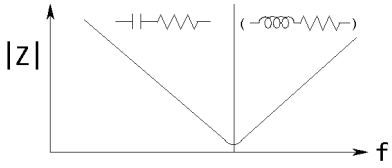
キャパシタンス測定の基本原理

ここでは、4288A を使用してキャパシタンスの測定を行う上で役立つ基本的な事柄について記述しています。

キャパシタンス試料の代表的特性

表 G-1 に示されるように、キャパシタンス部品のインピーダンス特性は実際の動作条件によって変わります。したがって、正確にインピーダンス測定を行うためには、実際にその部品を使用する動作状態で、測定を行う必要があります。

表 G-1　キャパシタンス試料の代表的特性

試料	特性例	測定機能
小さな C		Cp-D, Cp-Q, Cp-G, Cp-Rp
大きな C		Cs-D, Cs-Q, Cs-Rs

並列／直列等価回路モデルの選択基準

キャパシタンスの測定には、表 G-2 に示すように並列および直列モードの 2 つの等価回路モデルがあります。測定に当たって、どちらの回路モデルを選択するかは、リアクタンスの大きさと、それに対する等価並列抵抗 (Rp) および等価直列抵抗 (Rs) の影響度を検討して決定します。

表 G-2　並列／直列等価回路モデルと 4288A の測定機能

回路モデル	4288A 測定機能	D，Q，G の定義
並列等価回路モデル	Cp-D，Cp-Q，Cp-G，Cp-Rp	D = 1/(|2πfCp|Rp) Q = 1/D = |2πfCp|Rp G = 1/Rp
直列等価回路モデル	Cs-D，Cs-Q，Cs-Rs	D = |2πfCs|Rs Q = 1/D = 1/(|2πfCs|Rs)

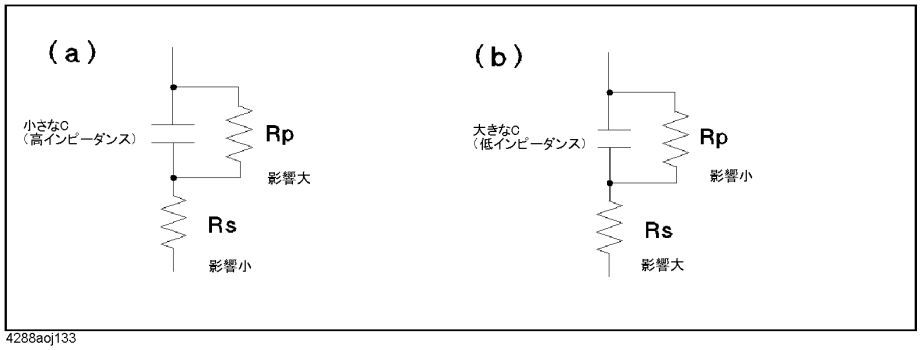
❑ 小さなキャパシタンスの場合

小さなキャパシタンスの場合にはリアクタンスが大きくなります。したがって、Rp の影響の方が、Rs の影響よりも大きくなります。Rs が小さい場合、その影響は容量性リアクタンスと比較して無視できるので、図 G-6 の (a) によってモデル化される並列等価回路モデルを使用します。

❑ 大きなキャパシタンスの場合

大きなキャパシタンスの場合にはリアクタンスが小さくなります。したがって、Rs の影響の方が、Rp の影響よりも大きくなるので、図 G-6 の (b) によってモデル化される直列等価回路モデルを使用します。

図 G-6　キャパシタンス測定回路モデルの選択



4288aoj133

4 端子対測定の原理

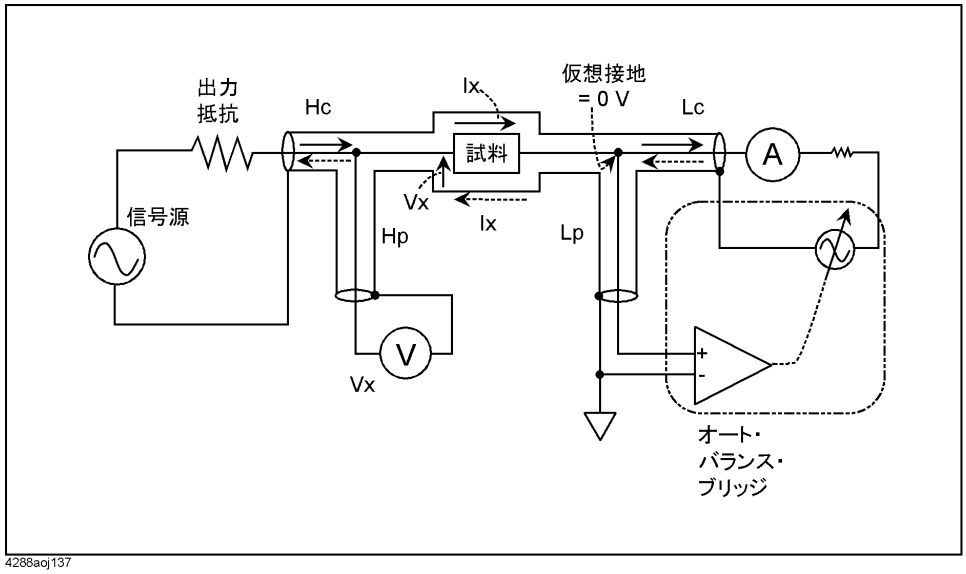
一般的に、通常の端子構造による接続方法では、相互インダクタンス、測定信号間の干渉、および不要な残留成分が (特に高周波において) 測定に重要な影響を持ちます。

4288A は、4 端子対構造の測定端子を採用しているので、こうした要因による測定の制限を少なくし、簡単で、安定した、正確な測定が行えます。

図 G-7 に 4 端子対測定の原理を示します。UNKNOWN 端子は 4 つの同軸コネクタ端子です。

- H_{CUR} : 電流 high 端子
- H_{POT} : 電圧 high 端子
- L_{POT} : 電圧 low 端子
- L_{CUR} : 電流 low 端子

図 G-7　4 端子対測定の原理



4288aoj137

4 端子対測定法は、低、高両インピーダンス測定で利点があります。外側のシールド導体は測定信号電流のリターン・パスの役割を果たします (グラウンドではありません)。芯線とそれを取り巻くシールド導体には同じ電流が (反対方向に) 流れ、したがって両導体の周囲に外部磁界は発生しません (すなわち、内側導体と外側導体によって発生される磁界は完全に互いに打ち消し合います)。測定信号電流は誘導磁界を発生しないので、テスト・リードには、それぞれの自己インダクタンスまたは異なるリード間の相互インダクタンスによる誤差を増加させることはありません。

4 端子対測定時の注意

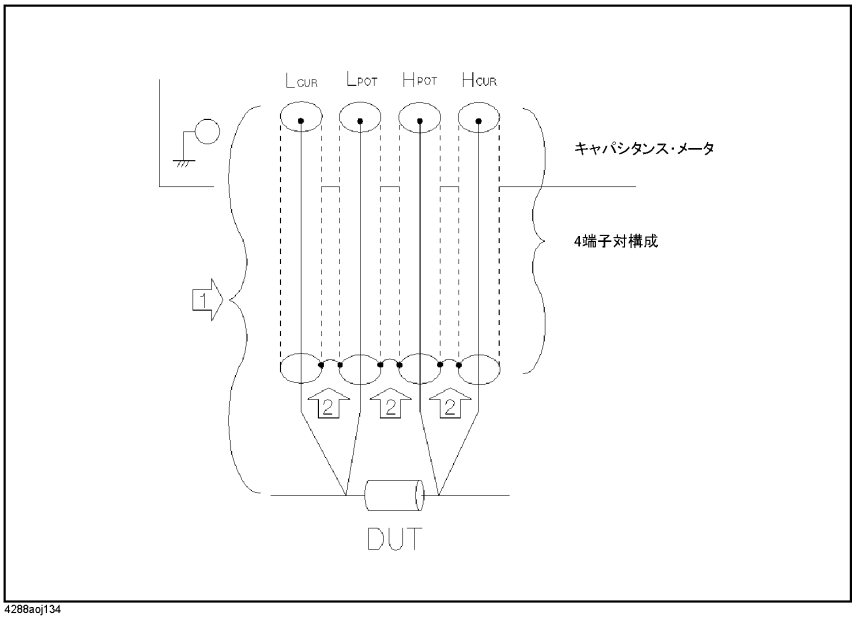
ここでは、4 端子対構造を効果的に使用するための一般的な注意事項と手法について示します。

測定コンタクト

4 端子対測定法を使用して高確度の測定を実現するためには、測定接点について次に示す条件が必要です。

- キャパシタンス・メータと試料との間の信号経路 (図 G-8 中の 1 で示す部分) は、できるだけ短くします。
- 4 端子対測定回路構成を構築する場合は、H_{CUR} および H_{POT}、L_{CUR} および L_{POT} 端子の外側シールドを試料との接続点にできるだけ近い 1 点にまとめて接続しなければなりません。(図 G-8 中の 2 を参照)

図 G-8 測定コンタクト



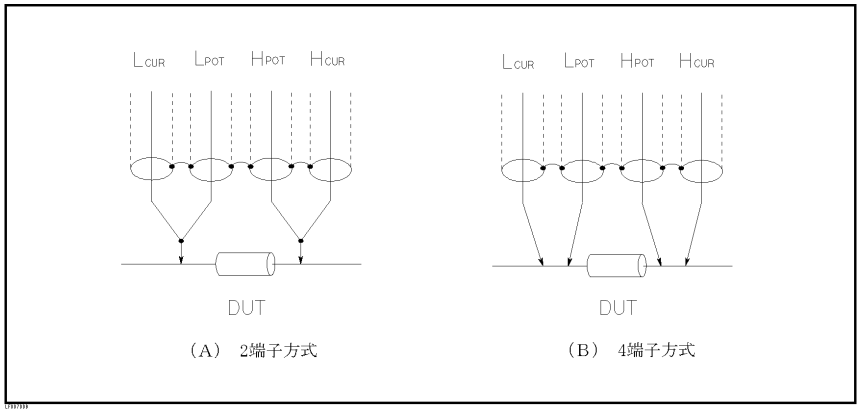
4288aoj134

接触抵抗

試料接点と試料との間の接触抵抗のために、大きなキャパシタンス値の測定時に、特に D(損失係数) 測定で測定誤差が生じます。

大きなキャパシタンス値の測定時、4 端子対測定法は 2 端子法と較べて測定誤差が小さいという利点があります。試料をしっかり固定して接続を安定させ、接触抵抗を最小にすることができる 4 端子測定用テスト・フィクスチャを選択します。

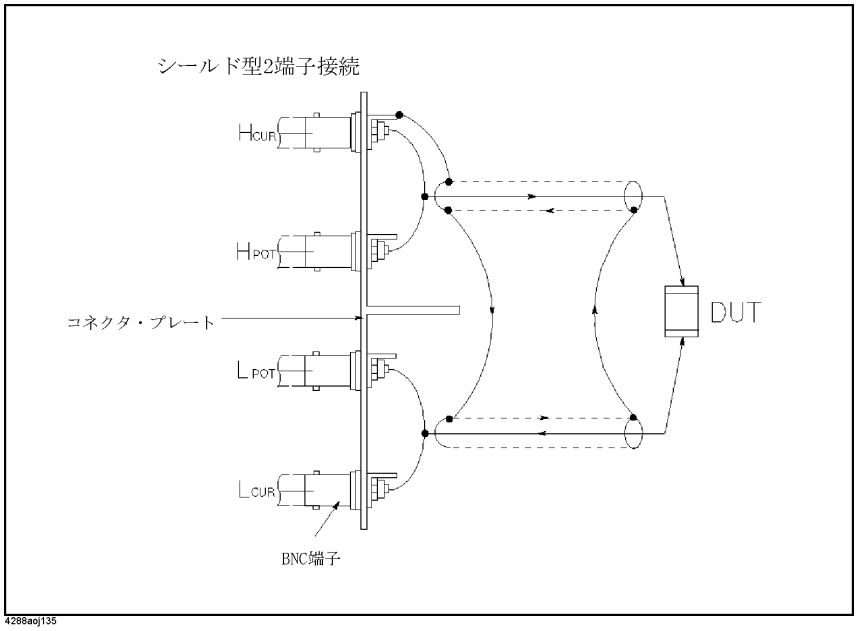
図 G-9　コンタクト構成



テスト・リードの延長

4 端子対構造を持った測定接点を作ることができない場合は、図 G-10 に示す接続方法を使用します。

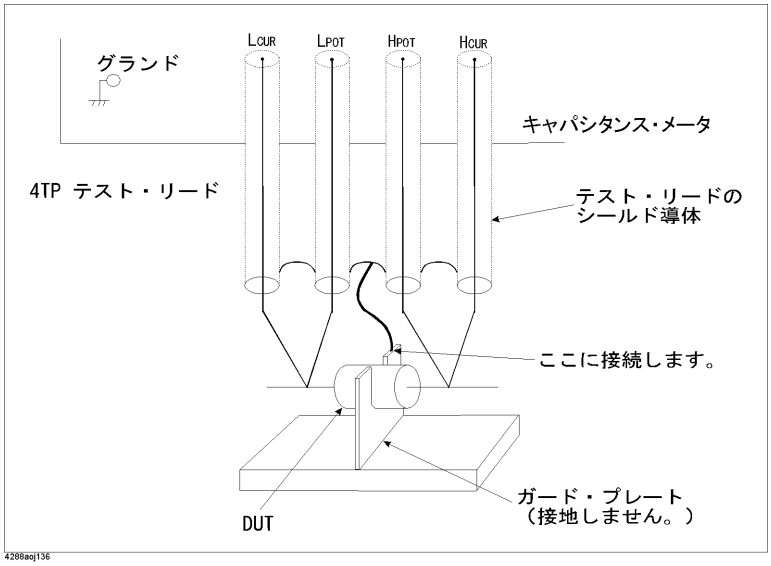
図 G-10　テスト・リード延長時の測定コンタクト



小さなキャパシタンス測定時のガーディング

小容量のチップ型コンデンサなどの小さいキャパシタンス値の測定時には、ガード・プレートを使用して浮遊容量によって生じる測定誤差を最小限にします。図 G-11 に 4 端子対構造でガード・プレートを使用した測定接点の例を示します。

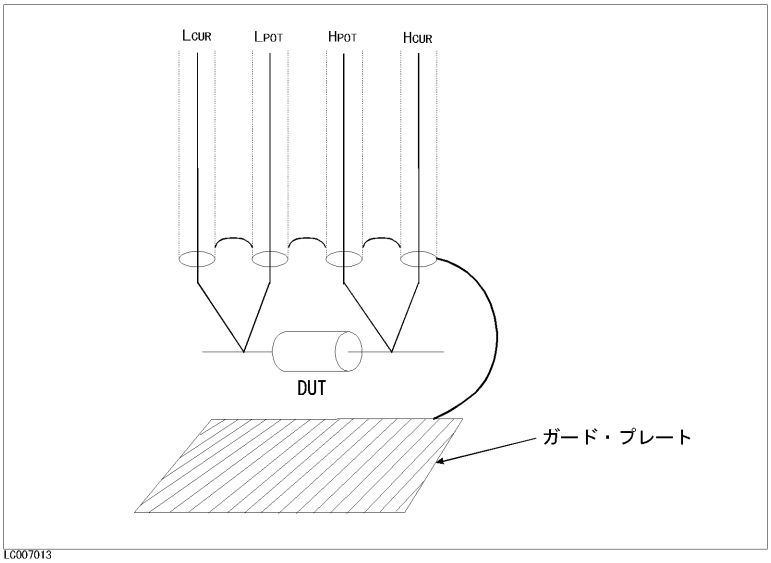
図 G-11　試料のガード・プレート接続例



シールド

シールドを施すことにより、テスト・リードが拾う電気的ノイズの影響を非常に小さくすることができます。したがって、シールド・プレートを用意し、それを図 G-12 に示すように 4 端子対テスト・リードの外側シールド導体に接続します。

図 G-12　ガード・シールド



Symbols

ΔMode キー , 62

Numerics

3 極 -2 極変換アダプタ
  梱包内容 , 18
4278A, 180
4 端子測定
  原理 , 208
  注意事項 , 209

A

Adrs キー , 25
Auto/Hold キー , 54
AUX BIN, 108
Average キー , 58

B

BIN カウント機能 , 114
BIN ソート , 99
Bk Sp キー , 39
Blue キー , 38
Bus, 94

C

Cable キー , 45
Cancel キー , 38
CD-ROM, 18
Comprtr On ラベル , 35
Comprtr キー , 101
Config キー
  Fshft, 24
  Test
    External, 120
    Internal, 119
Correction meas failed, 191
Cp, 52, 205
Cs, 52, 205

D

D, 52, 205
Delay キー , 59
ΔMode キー , 62
Digit, 61
Disp Mode キー
  Digit, 61
  FixMsd, 61
  On/Off, 60

E

EMC, 168
Eng キー , 39
Enter キー , 30
ENTRY, 32
Ext, 94
Ext Trig, 36
External test, 120

F

FixMsd, 61
Freq キー , 44
Fshft, 24

G

G, 52, 205
GPIB アドレス , 25
GPIB コネクタ , 36

H

Handler Interface, 36
Hold Range ラベル , 35

I

Int, 94
Internal test, 119

K

Key Lock キー , 118
Key Lock ラベル , 35

L

Lcl キー , 172
Level Mon キー , 67
Level キー , 44
LINE スイッチ , 29
Load On ラベル , 35
Load キー
  CorVal
    MeasVal, 89, 90
    PrmSlct, 82
    RefEnt, 82
  LoadMeas, 85
  On/Off, 76
Long モード , 56
Low C Rej キー , 110
Low C Rej ラベル , 35
Low C リジェクト機能 , 110
LOWC, 188

M

Man, 94
Max/On キー , 39
Meas Prmtr キー , 43
Meas Time キー , 56
Meas Time ラベル , 35
Measurement Settings ラベル , 35

MeasVal, 87
Min/Off キー , 39
Msd, 62

N

Need corr meas, 199
Need load meas, 199
Need open meas, 199
Need short meas, 199

O

Offset On ラベル , 35
Offset キー
  OfsEnt, 86
  On/Off, 77
Open On ラベル , 35
Open キー
  CorVal
    MeasVal, 47
  On/Off, 73
  OpenMeas, 46
Operation Manual, 6
Out of limit, 46, 48, 199
OVLD, 188

P

Pri High キー , 106
Pri Low キー , 106
Programming Manual, 6

Q

Q, 52, 205

R

Range Setup キー , 55
Rcl キー , 69
Reset キー , 42
Rmt ラベル , 35
Rp, 52, 205
Rs, 52, 205

S

Save キー , 69
Scanner Interface, 36
Scanner キー , 140
Sec High キー , 107
Sec Low キー , 107
Shift キー , 38
Shift ラベル , 35
Short On ラベル , 35
Short キー
  CorVal
    MeasVal, 49
  On/Off, 75
  ShortMeas, 48
Short モード , 56
Show Setting キー , 66
  BIN カウント値 , 114
  コンパレータ選別結果 , 112
  リミット範囲設定 , 109

T

Trig Mode キー , 94
Trigger ラベル , 35
Trig キー , 94

U

UNKNOWN 端子 , 29

W

WARNING, 199

あ

青キー , 38
アクセサリ・リスト , 202
アドミタンス , 204
アドレス（GPIB）設定手順 , 25
アナログ測定時間 , 162
アブソリュート・モード , 103
アベレージング
  設定範囲 , 154
  設定表示 , 65
  設定方法 , 58
  測定時間への影響 , 163
安全性 , 168

い

印刷履歴 , 2
インターナル・テスト , 119
インピーダンス , 204

う

ウォームアップ時間 , 156

え

エクスターナル・テスト , 120
エラー・メッセージ
  エラー・メッセージ , 190
  警告メッセージ（WARNING）, 199
演算時間 , 162
エントリー・ブロック , 32

お

オート・レンジ , 54
オーバーロード検出時の出力 , 188
オープン補正
  オン／オフ方法 , 73

データ確認手順 , 47
データ構成 , 78
データ測定 , 78
データ測定手順 , 46
オプション 1CM
梱包内容 , 18
オプション 1CN
梱包内容 , 18
オプション 1CP
梱包内容 , 18
オプション ABJ
梱包内容 , 18
オフセット補正
オン／オフ方法 , 77
データ設定方法 , 86

か

ガード端子 , 29
外形寸法 , 166
開梱時の検査 , 18
外部トリガ , 94
トリガ・パルス幅
Ext Trig 端子 , 95
スキャナ・インタフェース , 146
ハンドラ・インタフェース , 162
外部トリガ端子 , 36
回路モデル , 204
カウント機能 , 114

き

キー操作 , 38
キー・ロック , 118
キー・ロックの解除 , 172
機器設定表示エリア , 35
表示ページの選択 , 65
機器設定表示ラベル , 35
機能比較 , 180
基本操作方法 , 41
キャパシタンスの特性 , 206

く

クリア
BIN カウント値 , 115
選別判定条件 , 102
クリーニング
本器のクリーニング方法 , 122

け

警告メッセージ , 199
ケーブル長
設定表示 , 65
設定方法 , 45

こ

公称値 , 152
項目選択方法 , 38
固定小数点表示 , 61
固定レンジ , 54
コンデンサの特性 , 206
コンパレータ , 99
BIN カウント値の表示 , 114
オン／オフ方法 , 101
概要 , 100
選別判定結果
測定異常時の出力 , 188
ハンドラ出力 , 124
表示 , 112
選別判定条件
確認 , 109
設定 , 102
選別判定フロー , 112
梱包内容
4288A の梱包内容 , 18

さ

最高放電耐電圧 , 165
サンプル・プログラム
梱包内容 , 18

し

シフト・キー , 38
シフト機能 , 30
シャーシ端子（ガード端子）, 29
周波数
測定信号
シフト（1 MHz）, 24
仕様 , 153
設定表示 , 65
設定方法 , 44
電源 , 21
従パラメータ
設定方法 , 42
選択基準 , 207
重量 , 166
出力インピーダンス , 153
手動トリガ , 94
主パラメータ
設定方法 , 42
選択基準 , 207
仕様
一般仕様 , 166
基本仕様 , 152
消費電力 , 166
ショート補正
オン／オフ方法 , 74
データ確認手順 , 49
データ構成 , 79
データ測定 , 79
データ測定手順 , 48

ショート・モード , 56
初期設定 , 184
シリアル番号プレート , 176
  位置 , 36

す

数字キー , 39
数値入力方法 , 39
スキャナ・インタフェース
  タイミング・チャート , 146
  電気的特性
    出力信号 , 147
    電源 , 149
    入力信号 , 148
  ピン配置 , 144
  マルチ補正 , 140
スキャナ・インタフェース・コネクタ , 36

せ

セーブ
  操作手順 , 69
  対象設定 , 184
設置
  外形寸法 , 166
  放熱空間 , 20
セルフ・テスト , 119
選別判定結果
  ハンドラ出力 , 124
  表示 , 112
選別判定条件
  確認 , 109
  設定 , 102
選別判定フロー , 112

そ

測定演算時間 , 162
測定回路保護 , 165
測定確度 , 156
  計算例 , 169
測定可能範囲 , 155
測定結果表示
  表示方法の設定 , 62
測定原理 , 204
測定時間
  仕様 , 161
測定時間モードの設定 , 56
測定信号
  周波数
    シフト（1 MHz）, 24
    仕様 , 153
    設定表示 , 65
    設定方法 , 44
  レベル
    仕様 , 153
    設定表示 , 65
    設定方法 , 44
    モニタ機能
      確度 , 164
      結果表示 , 65
      使用方法 , 67
測定データ
  表示範囲 , 154
    超過時の表示 , 188
測定テクニック
  高精度測定 , 96
  測定スピード向上 , 97
測定パラメータ
  設定方法 , 42
  選択基準 , 207
測定レンジ
  各レンジの測定可能範囲 , 155
  仕様 , 153
  設定表示 , 65
  選択範囲 , 153
  選択方法 , 55

た

耐電圧 , 165
代表値 , 152
タイミング・チャート
  スキャナ・インタフェース , 146
  ハンドラ・インタフェース , 128

ち

遅延時間
  設定手順 , 59
  設定範囲 , 154
  設定表示 , 65
チャンネル
  選択 , 141
  表示 , 65
直列等価回路モデル , 207
著作権 , 2

て

ディスプレイ , 34
ディスプレイ表示時間 , 162
ディスプレイ表示のオン／オフ , 60
データ処理フロー , 72
データ転送時間 , 163
テスト・フィクスチャ
  接続例 , 41
  リスト , 202
テスト・リード , 202
ΔMode キー , 62
電源
  周波数 , 21, 166
  電圧 , 21, 166
  電源ケーブルの確認と接続 , 22
  電源ケーブル・オプション , 22
電源ケーブル
  梱包内容 , 18

電源投入
スイッチ , 29
電源ケーブル・ソケット , 21, 36
電源の設定
スキャナ・インタフェース , 149
ハンドラ・インタフェース , 135, 136

と

等価回路モデル
選択基準 , 207
測定パラメータとの関係 , 52
動作環境 , 166
動作原理 , 204
トラブルシューティング , 171
取扱説明書 , 6
梱包内容 , 18
トリガ遅延
設定手順 , 59
設定範囲 , 154
設定表示 , 65
トリガ・パルス幅
Ext Trig 端子 , 95
スキャナ・インタフェース , 146
ハンドラ・インタフェース , 162
トリガ・モード , 94
トレランス・モード , 103

な

内部トリガ , 94
内容品リスト
4288A の内容品リスト , 18

は

バックアップ
記憶保持時間 , 164
対象設定 , 184
パルス幅
Ext Trig 端子 , 95
スキャナ・インタフェース , 146
ハンドラ・インタフェース , 162
ハンドラ・インタフェース
出力 , 124
タイミング・チャート , 128
電気的特性
出力信号 , 129
電源 , 133
入力信号 , 132
電源の設定 , 135, 136
ピン配置 , 126
プルアップ抵抗の設定 , 137
ハンドラ・インタフェース・コネクタ , 36
ハンドル・キット
梱包内容 , 18

ひ

ビープ音の設定 , 68
ヒューズ , 21
ヒューズ・ホルダ , 36
表示桁数の設定 , 61
表示時間 , 162
表示のオン／オフ , 60
表示範囲 , 154
表示範囲外 , 188
表示ページ , 65
表示方法の設定 , 62
ヒント
高精度測定 , 96
測定スピード向上 , 97

ふ

フィクスチャ
接続例 , 41
リスト , 202
ふたの取り外し , 138
浮動小数点表示 , 61
プルアップ抵抗の設定
スキャナ・インタフェース , 147
ハンドラ・インタフェース , 137
ブルー・キー , 38
プログラミング解説書 , 6
梱包内容 , 18
フロント・パネル , 29
フロント・パネル・キー
各キーの説明 , 29
キー配置 , 30
機能試験 , 122
操作の基本 , 38

へ

並列等価回路モデル , 207
偏差測定モード , 62

ほ

放熱空間
, 20
ホールド・レンジ , 54
保証期間 , 5
補正
概要 , 72
データ確認 , 87
データ取得 , 78
データ取得時の作業ミス防止 , 91
補正データ表示 , 65
保存
操作手順 , 69
対象設定 , 184
保存環境 , 166

索引

ま

マニュアル・トリガ , 94
マルチ補正
  オン／オフ方法 , 140
  チャンネル
    選択 , 141
    表示 , 65
  補正データの測定方法 , 142

め

メッセージ , 190
メニュー画面 , 38

や

矢印キー , 39

ら

ラックマウント・キット
  梱包内容 , 18
ラックマウント&ハンドル・キット
  梱包内容 , 18

り

リア・パネル , 36
リコール
  操作手順 , 69
  対象設定 , 184
リジューム機能 , 164
リセット
  BIN カウント値 , 115
  実行方法 , 42
  設定 , 184
  選別判定条件 , 102
リミット範囲
  確認 , 109
  クリア , 102
  指定方法の選択 , 103
  設定 , 102
リモート・モードの解除 , 172

れ

レベル
  仕様 , 153
  設定表示 , 65
  設定方法 , 44
  モニタ機能
    確度 , 164
    結果表示 , 65
    使用方法 , 67
レンジ・モードの設定 , 54

ろ

ロード補正
  オン／オフ方法 , 75
  データ確認手順 , 89, 90
  データ構成 , 83
  データ測定 , 83
  データ測定手順 , 85
  補正用スタンダード
    値付け方法 , 81
    定義手順 , 81
ロックの解除 , 172
ロング・モード , 56